



**T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ÜSLÜ VE KÖKLÜ İFADELERDEKİ KAVRAM YANILGILARININ
BELİRLENMESİ VE GİDERİLMESİNDE KAVRAM
KARİKATÜRLERİNİN KULLANILMASI**

TUĞBA AŞIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. MESUT BÜTÜN**

SİVAS - 2017

**ÜSLÜ VE KÖKLÜ İFADELERDEKİ KAVRAM YANILGILARININ
BELİRLENMESİ VE GİDERİLMESİNDE KAVRAM
KARİKATÜRLERİNİN KULLANILMASI**

Tuğba AŞIK

**Cumhuriyet Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü**

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Ortaöğretim Fen ve Matematik
Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı İçin Öngördüğü

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Mesut BÜTÜN**

**Sivas
Aralık - 2017**

KABUL VE ONAY

Tuğba AŞIK'ın hazırlamış olduğu “Üslü ve Köklü İfadelerdeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Giderilmesinde Kavram Karikatürlerinin Kullanılması” başlıklı bu çalışma, 08.12.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından, “Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr.Davut KÖĞCE (Jüri Başkanı)



Yrd.Doç.Dr. Mesut BÜTÜN (Danışman)



Yrd.Doç.Dr. Handan DEMİRCİOĞLU (Üye)



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../

Doç.Dr.Hakan KOÇ
Enstitü Müdürü

ETİK SÖZÜ

Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

08/12/2017

Tuğba AŞIK

ÖZET

AŞIK, Tuğba,. Üslü ve Köklü İfadelerdeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Giderilmesinde Kavram Karikatürlerinin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 2017.

Bu çalışmada öğrencilerin üslü ve köklü ifadelerde yaşadıkları zorluklarla ilgili matematik öğretmenlerinin düşüncelerinin, kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında ne tür deneyimler yaşandığının ve bu öğrenme ortamları ile ilgili öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, araştırmacı öğretmen yöntemiyle yürütülmüştür. Araştırma 2013-2014 eğitim öğretim yılında Amasya merkez ilçesinde bulunan bir özel öğretim kurumunda öğrenim gören 30, 9. sınıf öğrencisiyle ve farklı mesleki deneyimlerden 6 matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğretmenlere uygulanan görüş formu ve mülakatlar, öğrencilere uygulanan ön bilgi testi, sınıflarda yapılan gözlemler, kavram karikatürlerine dayalı çalışma kâğıtları ve uygulamalar sonrası seçilen öğrencilerle yapılan mülakatlar veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada ilk olarak üslü ve köklü ifadelerde yaşanan yanılgılar/zorluklarla ilgili öğretmenlerin görüşleri belirlenmiştir. Daha sonra ilgili literatür ve öğretmen görüşlerinden hareketle bu yanılgılı noktaları içeren beş adet açık uçlu soru ve kavram karikatürlerine dayalı çalışma yaprakları oluşturulmuştur. Bu beş soru ile uygulamalar öncesinde öğrencilerin ön bilgileri/yanılgıları/zorlukları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışma yapraklarının 5 ders saati süresince sınıf ortamında uygulaması yapılmıştır. Öğretmenlere uygulanan görüş formu ve mülakatlar, karikatür uygulamasındaki gözlemler ve uygulama sonrası öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler içerik ve betimsel analiz yöntemleri ile çözümlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, üslü ve köklü ifadelerin öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrencilerin genel olarak derse ilgilerini artırdığı, kavramsal gelişimlerini desteklediği ve yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca kavram karikatürlerine dayalı çalışma yaprakları öğrencilerin gruplar halinde birlikte çalışmalarını kolaylaştırmış ve sınıf içerisinde verimli bir tartışma ortamı oluşturulmasına yardımcı olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Köklü İfadeler, Üslü İfadeler, Kavram Yanılgısı, Kavram Karikatürü.

ABSTRACT

AŞIK, Tuğba,. Usage of Concept Cartoons in Determining and Eliminating the Misconceptions of Exponents and Rooted Expressions, Master Thesis, Sivas, 2017.

In this study, it was aimed to determine what kind of experiences were experienced in the learning environments where the concepts of mathematics teachers, the concept cartoons were used, and the student opinions about these learning environments about the difficulties that the students had in the exponent and rooted expressions. The study was carried out by the action research. The research was carried out in the academic year 2013-2014 with 30 mathematics teachers in a private education institution located in the central district of Amasya and 6 mathematics teachers from different professional experiences. Opinion forms and interviews applied to the teachers in the study, preliminary knowledge test applied to the students, observations made in classrooms, worksheets based on concept cartoons and interviews made with selected students after the applications were used as data sources. In this study, firstly, the opinions of the teachers about the fallacies / difficulties in the exponent and rooted expressions were determined. Then, based on the related literature and teacher views, five open-ended questions and concept cartoon worksheets containing these misleading points were created. Work sheets were applied in classroom for 5 hours. Opinion forms and interviews applied to the teachers, observations in the cartoon application and data obtained from interviews with the students after the application were analyzed with descriptive analysis methods and content. As a result of the analyzes made, exponential and rooted expression of teaching students to use concept cartoons to increase general interest in the course, conceptual developments and are effective in eliminating their misconceptions. In addition, worksheets based on concept cartoons have facilitated the students to work together in groups and helped create an efficient discussion environment within the classroom.

Key Words: Rooted Expressions, Exponentials, Misconception, Concept Cartoon.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca olduğu gibi tez çalışmamın da her aşamasında her türlü desteğini ve emeğini esirgemeyen; kıymetli zamanını, fikirlerini ve bilgilerini benimle paylaşan; gösterdiği sonsuz anlayış ve ilgiyle tezimin ortaya çıkmasına yardımcı olan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mesut BÜTÜN'e minnettarlığımı sunarım.

Süreç boyunca yaptığımız çalışmalara istekle katılan, verilen sorumlulukları yerine getiren sevgili öğrencilerime,

Öğrenim hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışma dönemimde de hep yanımda olan kıymetli babam Aydın DAĞISTAN'a, sevgili annem Hülya DAĞISTAN'a, canım kardeşim Dr. Elif DAĞISTAN'a, eşim Dr. Muzaffer AŞIK'a ve biricik kızım Yağmur Elif AŞIK'a teşekkür ederim.

Tuğba AŞIK
Sivas, 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Onay sayfası	ii
Etik Sözü	iii
Özet ve Anahtar Sözcükler	iv
Abstract ve Keywords	v
Önsöz	vi
İçindekiler.....	vii
Tablolar Listesi	xi
Şekiller Listesi.....	xii
Kısaltmalar Listesi.....	xiv

BÖLÜM I

1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Gereçesi ve Problem Durumu.....	2
1.3. Araştırmanın Amacı.....	4
1.4. Araştırmanın Önemi	4
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
1.6. Varsayımlar.....	6
1.7. Tanımlar.....	6

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	7
2.1.1. Kavram ve Kavram Yanılgıları	7
2.1.2. Kavram Karikatürleri	9
2.1.3. Kavram Karikatürlerinin Öğrenme Sürecindeki Yeri	9
2.1.4. Öğretmen ve Öğrencinin Rollerini	10
2.1.5. Kavram Karikatürleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar	11

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli	16
3.2. Evren ve Örneklem	17
3.3. Veri Toplama Araçları	17
3.3.1. Görüş Formu ve Mülakat	18
3.3.2. Ön Bilgi Testi	19
3.3.3. Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprakları	21
3.3.3.1. Birinci Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı	22
3.3.3.2. İkinci Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı	26
3.3.3.3. Üçüncü Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı	29
3.3.3.4. Dördüncü Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı	32
3.3.3.5. Beşinci Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı	35
3.3.4. Öğrencilerle Yapılan Mülakatlar	38
3.3.5. Öğretmenin Gözlemleri	39
3.4. Araştırmanın Uygulanması	39
3.5. Verilerin Analizi	40
3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenilirliği	42

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Öğrencilerin Üslu ve Köklü İfadelerde Yaşadıkları Zorluklarla İlgili Matematik Öğretmenlerinin Düşünceleri	44
4.1.1. Ayşe Öğretmenin Görüşleri	44
4.1.2. Mehmet Öğretmenin Görüşleri	46
4.1.3. Ahmet Öğretmenin Görüşleri	48
4.1.4. Salih Öğretmenin Görüşleri	50
4.1.5. Leyla Öğretmenin Görüşleri	51
4.1.6. Aslı Öğretmenin Görüşleri	53

4.2. Üslü ve Köklü İfadelerle İlgili Kavram Karikatürlerinin Kullanıldığı Öğrenme Ortamlarında Yaşanan Deneyimler	57
4.3. Kavram Karikatürlerinin Kullanıldığı Öğrenme Ortamı ile İlgili Öğrenci Görüşleri	77

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç, Tartışma ve Öneriler	85
5.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç	85
5.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç	89
5.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç	95
Öneriler	98
KAYNAKLAR	99

EKLER	112
Ek 1. Ayşe öğretmenin görüşleri	112
Ek 2. Mehmet öğretmenin görüşleri	114
Ek 3. Aslı öğretmenin görüşleri.....	116
Ek 4. Salih öğretmenin görüşleri	117
Ek 5. Leyla öğretmenin görüşleri	119
Ek 6. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	121
Ek 7. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	122
Ek 8. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	123
Ek 9. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	124
Ek 10. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	125
Ek 11. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	126
Ek 12. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	127
Ek 13. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	128
Ek 14. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	129
Ek 15. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	130
Ek 16. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	131
Ek 17. Ön bilgi testinden kesitler.....	132
Ek 18. Ön bilgi testinden kesitler.....	133
Ek 19. Ön bilgi testinden kesitler.....	134
Ek 20. Öğretmenlere yönetilen görüş formu tablosu.....	135
Ek 21. Ders başında dağıtılan üslü ifadelerle ilgili soru kâğıdı.....	135
Ek 22. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı.....	135
Ek 23. Ders başında dağıtılan üslü ifadelerde toplama işlemi ile ilgili soru kâğıdı	136
Ek 24. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili soru kâğıdı	136
Ek 25. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı.....	136
Ek 26. Birinci kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı	137
Ek 27. İkinci kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı	139
Ek 28. Üçüncü kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı.....	141
Ek 29. Dördüncü kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı	143
Ek 30. Beşinci kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı	145

TABLULAR LİSTESİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
1.	Görüşlerine başvurulmuş öğretmenlerin görev yerleri ve yıllık deneyimi.....	18
2.	Kavram karikatürü uygulamasındaki etkinliklerin uygulama süreleri	22
3.	Birinci kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı.....	24
4.	İkinci kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı	27
5.	Üçüncü kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı	30
6.	Dördüncü kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı	33
7.	Beşinci kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı	36
8.	Ayşe öğretmenin görüşleri	55
9.	Mehmet öğretmenin görüşleri	55
10.	Ahmet öğretmenin görüşleri	56
11.	Aslı öğretmenin görüşleri	56
12.	Salih öğretmenin görüşleri	56
13.	Leyla öğretmenin görüşleri	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
1.	Aksiyon araştırması süreci	17
2.	Öğretmenlere yöneltilen görüş formu	19
3.	Ders başında dağıtılan üslü ifadelerle ilgili soru kâğıdı	19
4.	Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı	20
5.	Ders başında dağıtılan üslü ifadelerde toplama ile ilgili soru kâğıdı.....	20
6.	Ders başında dağıtılan köklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili soru kâğıdı....	21
7.	Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı	21
8.	Ayşe öğretmenin sıfırcı kuvvetle ilgili verdiği örnek	45
9.	Ayşe öğretmenin üssün çarpım olarak görülmesine ilişkin verdiği örnek	45
10.	Ayşe öğretmenin köklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili verdiği örnek	46
11.	Mehmet öğretmenin köklü ifadelerde toplama işlemi ile ilgili verdiği örnek ..	46
12.	Mehmet öğretmenin karekökün derecesi ile ilgili verdiği örnek	47
13.	Mehmet öğretmenin üslü ifadelerde bölme işlemi ile ilgili verdiği örnek	47
14.	Ahmet öğretmenin üslü ifadelerde $(a + b)$ şeklinde ki ifadelerin kuvvetini alma ile ilgili verdiği örnek	48
15.	Ahmet öğretmenin sıfır tam sayısının kuvvetlerini alma ile ilgili verdiği örnek ..	49
16.	Ahmet öğretmenin parantezli ifadenin üssünü alma ile ilgili verdiği örnek ...	49
17.	Salih öğretmenin karekökün içinin negatif olduğu ifadelerle ilgili verdiği örnek	50
18.	Salih öğretmenin üslü ifadelerle çıkarma ve toplama işlemi ile ilgili verdiği örnek	50
19.	Salih öğretmenin üslü ifadelerde bölme işlemi ile ilgili verdiği örnek	51
20.	Leyla öğretmenin kareköklü ifadelerde çarpma ve bölme işlemi ile ilgili verdiği örnek	52
21.	Leyla öğretmenin üslü ifadelerde denklemin köklerini bulma ile ilgili verdiği örnek	52
22.	Leyla öğretmenin kareköklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili verdiği özellik	53

23. Aslı öğretmenin kareköklü ifadeyi, üslü ifadeye dönüştürme ile ilgili verdiği örnek	53
24. Aslı öğretmenin kareköklü ifadeleri kökten kurtarma ile ilgili verdiği örnek...	54
25. Aslı öğretmenin kareköklü ifadelerin büyüklüğüne karar verme ile ilgili verdiği örnek	54
26. Aslı öğretmenin köklü ifadeyi kökten kurtarma ile ilgili verdiği örnek	55
27. Ö5'in çözümünden bir kesit	57
28. Ö27'nin çözümünden bir kesit	58
29. Grup çalışma kâğıdından bir kesit	59
30. Ö6'nın çözümünden bir kesit	60
31. Ö5'in çözümünden bir kesit	61
32. Ö9'un çözümünden bir kesit	61
33. Ö7'nin çözümünden bir kesit	62
34. Ö17'nin çözümünden bir kesit	63
35. Ö8'in çözümünden bir kesit	63
36. Grup çalışma kâğıdından bir kesit.....	64
37. Ö4'ün çözümünden bir kesit	65
38. Grup çalışma kâğıdından bir kesit.....	68
39. Ö7'nin çözümünden bir kesit	70
40. Grup çalışma kâğıdından bir kesit.....	71
41. Ö6'nın çözümünden bir kesit	73
42. Ö12'nin cevabından bir kesit	74
43. Grup çalışma kâğıdından bir kesit.....	75

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Ana Bilim Dalı
CÜ	: Cumhuriyet Üniversitesi
Ens.	: Enstitüsü
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TDK	: Türk Dil Kurumu
YÖK	: Yüksek Öğretim Kurumu

BÖLÜM I

1.1. GİRİŞ

Ülkemizde, yakın zamanda yapılan müfredat değişiklikleriyle birlikte matematik derslerinin etkinliklere dayalı olarak işlenmesi önerilmektedir (MEB, 2005; MEB, 2009). Öğretim programlarında, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri ve kavramları günlük hayatla ilişkilendirebilmeleri, sorunları belirleme ve çözüm üretme becerileri geliştirmeleri, öğrenme sürecine aktif olarak katılmaları, yaparak yaşayarak kavramaları ve eleştirel, sorgulayıcı öğrenme becerileri geliştirmeleri hedeflenmektedir. Bu hedeflere ulaşabilmek için içerisinde farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanıldığı zengin öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekir. Son yıllarda yapılan çalışmalar bu ortamların tasarlanmasında hem görsel araçların hem de bir yöntem olarak kavram karikatürlerinin önemli bir potansiyelinin olduğunu ortaya çıkarmıştır (Kabapınar, 2005; Çiğdemtekin, 2007; Efe, 2007; Sever, 2007; Seven, 2013).

Öğrencilerin öğrenme ortamlarında aktif olmalarını ve öğrenme sürecinde birden fazla duyularını kullanmalarını sağlayan görsel araçların kullanılması onların daha kalıcı öğrenmelerini sağlayabilir. Öğrencilerin derse aktif katılımını sağlamak ve problem çözmelerini kolaylaştırmak için kullanılacak görsel araçlardan birisi kavram karikatürleridir. Kavram karikatürlerinin öğrenme ortamlarında kullanılmasıyla öğrenciler, görüşlerini ifade etmek ve akranları ile kavram veya konu üzerinde tartışmak isteyeceklerdir. Bunun sonucunda öğrenciler tartışılan görüş ve öneriler doğrultusunda kendi bilgilerini sorgulayacaklar ve gözden geçireceklerdir. Böylece öğrencilerin mevcut kavramla ilgili kendi bilişsel yapılarında değerlendirmelere ve yeniden düzenlemelere gitmelerine fırsatlar verecektir (Balım, İnel ve Evrekli, 2008).

Kavram karikatürleri kullanılarak yapılan uygulamaların öğrenciler üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu literatürdeki çalışmalarla desteklenmektedir. Ekici, Ekici ve Aydın (2007) yapmış oldukları çalışmada kavram karikatürlerinin, kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasında ve giderilmesinde etkili bir araç olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Ceylan'ın (2015) çalışmasında kavram karikatürlerinin kavram yanlışlarını giderici, bilgi eksikliklerini tamamlayıcı etkileri olduğu ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde 2005 yılında yayınlanan ilköğretim matematik öğretimi programında “her çocuğun matematik öğrenebileceği” görüşü ilke olarak benimsenmiştir (Bütün, 2012). Öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışları giderilebilirse, öğrencilerin matematik dersini öğrenmeleri kolaylaşacaktır. Kavram yanlışlarını, Baki (1999) öğrencilerin yanlış inançları ve deneyimleri sonucu ortaya çıkan davranışlar olarak tanımlamıştır. Öğrencilerde var olan bilgi eksiklikleri ve yanlış öğrenilen kavramlar ortadan kaldırılmazsa onunla ilişkili diğer konularda da yanlış öğrenmeler ortaya çıkacak ve matematik dersinde anlamlı öğrenme gerçekleşmeyecektir. Bu durumda ileride öğrencilerin bu konuyla ilgili işlemlerde başarısız olmalarına neden olacaktır (Akkaya, 2011). Matematik dersinin sadece formül ve denklemlerden ibaret olmadığı görüşü temel alınarak sınıf içi uygulamaların yapılması gerekir. Konular öğretilirken bir bütünlük içinde sunulmalı ve kavramların birbiriyle ilişkisinin kurulmasına önem verilmelidir (Aydın ve Köğce, 2008).

Okul matematiğinin bazı konu ve kavramlarının öğrenilmesinde “epistemolojik nedenlerden dolayı” diğerlerine göre daha fazla zorluk yaşanabileceği belirtilmektedir (Çavuş Erdem, 2013). Üslü ve köklü ifadeler konusu da bu kapsamda ele alınabilir. Öğrenci anlayışları ile ilgili yapılan çalışmalarda üslü ve köklü ifadelerin öğrenilmesi ve öğretilmesinde konunun doğasından kaynaklanan zorluklar yaşandığı ortaya çıkarılmıştır (Cridler, 1998; Orhun, 1998; Şenay, 2002; Cengiz, 2006). Bu tür zorlukların giderilmesinde etkili bir araç ve yöntem olarak nitelendirilen kavram karikatürlerinin potansiyelinin üslü ve köklü ifadeler bağlamında incelenmesi önem arz etmektedir. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda kavram karikatürleri daha çok fen eğitimi alanında kullanılmış ve öğrencilerin başarısını arttırdığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir. Gültekin (2013) çalışmasında matematik öğretiminde kavram karikatürleri kullanılarak kavram yanlışlarının giderilmesi üzerine herhangi bir çalışma yapılmadığını belirtmiştir.

1.2. Araştırmanın Gereçesi ve Problem Durumu

İçinde bulunduğumuz bilgi çağında toplumların gelişmesi için sadece bilmek yeterli değildir. Bu çağda bilen, bildiğini uygulayabilen, üreten ve ürettiklerini paylaşabilen, sorunlarla başa çıkabilen, bilgiye ulaşmak için gayret eden, yaratıcı düşünen, problem çözen bireylerin yetiştiği toplumların gelişmesi mümkün olabilir. Birçok öğretmen, matematik öğrenmenin kuralların ve işlemsel bilgilerin ezberlenmesi

anlamına geldiğini ve matematik öğretmenin de bu bilgilerin anlatılması ile öğrenmenin gerçekleşebileceği inancındadır (Ball, 1988; Bütün, 2005; Baki, 2008). Oysa etkili öğrenmenin gerçekleşebilmesi için farklı yöntem ve materyallere ihtiyaç vardır. Özellikle matematik dersleri problem çözen, yaratıcı düşünen, üretebilen bireylerin yetişmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu özelliklere sahip bireylerin yetişmesinde öğrencilerin derslere karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamak, derslerde onları aktif kılmak önem kazanır. Alan yazında öğrencileri derste aktif kılmak için önerilen yaklaşımlardan birisi kavram karikatürleridir.

Bugüne kadar kavram yanılgıları konusunda matematikte yapılan çalışmalarda daha çok kavram yanılgılarını belirleme üzerinde durulmuştur. Barak (2007) çalışmasında limit konusundaki kavram yanılgılarını belirlemeye çalışmıştır. Yılmaz (2007) ortaokul öğrencilerinin problem çözmede yaşadıkları kavram yanılgılarını belirlemeye çalışmıştır. Alkan (2009) ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde yer alan rasyonel sayılar konusunun hata ve kavram yanılgılarının analizi çalışması yapmıştır. Güntekin (2010) trigonometri konusunda, öğrencilerin sahip olduğu öğrenme güçlüğüne ve kavram yanılgısının tespit edilmesi üzerine çalışmıştır. Bir sorunu ortaya koymak kadar bu sorunu ortadan kaldıracak çözüm yollarının sunulması da önemlidir. Bu nedenle belirleme çalışmalarının yanında kavram karikatürleri gibi yöntemlerin ve araçların kavram yanılgılarını gidermede nasıl bir etkisinin olduğu ortaya konulacağı çalışmalar da yapılması gerekir.

Dünyada yaygın bir şekilde kullanılan kavram karikatürleri ile ilgili ülkemizde Fen Eğitimi'nde araştırmalar yapılmıştır (Çiğdemtekin, 2007; Demir, 2008; Yıldız, 2008 ve Say, 2011). Matematik eğitiminde ise yurt dışında ve yurt içinde matematik öğretiminde kavram karikatürlerinin kullanılmasına az sayıda rastlanmaktadır. Yapılan araştırmalara örnek olarak Erdağ (2011) çalışmasını ortaokul 5. sınıf öğrencileri ile yürütmüştür. Çalışmada kavram karikatürleri ile matematik öğretiminin, ondalık kesirler konusundaki başarı ve kalıcılığa etkisini incelemiştir. Bu çalışmanın dışında matematik eğitiminde yapılan çalışmalar daha çok karikatürlerin nasıl kullanılacağına dair çalışmalardır. Örneğin Uğurel ve Morali (2006) yaptıkları çalışmada karikatürlerin fen eğitiminde olduğu gibi matematik eğitiminde de kullanılabileceğini söylemişlerdir.

Üslü ve köklü ifadeler konularıyla ilgili olan bu çalışma, matematik dersinin diğer konularında da öğrencilerde görülen kavram yanılgılarının giderilmeye çalışılmasında,

kavram karikatürleri kullanımına örnek olacağı düşünülmektedir. Bütün bu gerekçelere dayanarak çalışmada, kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamları oluşturulmuş ve bu ortamların öğrenci anlamalarına/yanılgılarına etkisine, öğretmen ve öğrenci rollerinde herhangi bir değişime neden olup olmadığına, ortamlardaki deneyimlere ve bu ortamlarla ilgili öğrencilerin görüşlerine odaklanılmıştır.

Araştırmanın alt problemleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. Öğrencilerin üslü ve köklü ifadelerde yaşadıkları zorluklarla ilgili matematik öğretmenlerinin düşünceleri nelerdir?
2. Üslü ve köklü ifadelerle ilgili kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında ne tür deneyimler yaşanmıştır?
3. Kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamı ile ilgili öğrenci görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada öğrencilerin üslü ve köklü ifadeler konularında yaptıkları ortak hata ve kavram yanılgılarıyla ilgili öğretmen görüşlerinin incelenmesi ve kavram karikatürleri kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla matematik öğretmenlerinin üslü ve köklü ifadelerle ilgili öğrenci anlayışları hakkındaki düşünceleri merkeze alınarak kavram karikatürleri oluşturulmuş, kavram karikatürlerine dayalı olarak hazırlanan ders planlarının sınıf ortamlarında uygulaması yapılarak konular işlenmiştir. Daha sonra kavram karikatürleri kullanılarak yürütülen derslerle ve öğrencilerin yaşadıkları deneyimlerle ilgili öğrencilerin görüşlerine başvurulmuştur.

1.4. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmada okul matematiğinin önemli konularından olan üslü ve köklü ifadeler konularına odaklanılmıştır. Bu konulardan başlanmasının nedenleri, matematiğin birikimli bir disiplin olması ve temeldeki eksikliklerin üst sınıflara aktarılması, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin bu konuları içeren konularda zorlanmalarınıdır (Çelik ve Özdemir, 2011). Konular ortaokul müfredatında olmasına rağmen hem 9. sınıf hem de üst sınıf öğrencilerinde bu konularla ilgili kavram yanılgıları görülmektedir.

Kavram yanılması basit bir hata değildir ve sistematik bir hatanın tekrarlanmasına neden olan yanlış bir kavramdır. Bu nedenle öğrencilerin bir konu ile ilgili kavram yanlışları yeni konuların öğrenilmesinde sıkıntılara neden olabilmektedir (Baki ve Bell, 1997; Baki, 2008). Matematikte bir konu ile ilgili kavramlar öğrenci tarafından tam olarak kavranmaz ise bu konunun öğrenilmesi zorlaşacaktır. Bu konu ile bağlantılı olan diğer konuların öğrenilmesini de olumsuz olarak etkileyecektir (Kandemir, 2004). Matematik birbiriyle ilişkili bilgiler bütünü olan bir derstir. Bu nedenle bir önceki kavramlar ve uygulamalar, sonrakilerin temelini oluşturur. Öğrencilerin matematik ile ilgili kavramları öğrenebilmesi, onunla bağlantılı kavramların öğrenilmesiyle ilişkilidir (Baykul, 2003). Bu doğrultuda araştırmada kavram karikatürleri kullanılarak öğrenme ortamı oluşturulmuş ve bu süreçte öğrencilerdeki üslü ve köklü ifadeler konuları ile ilgili kavram yanlışlarının izlenmesi ile literatüre katkı sağlaması yönünden önemli görülmüştür.

Matematik dersleri problem çözen, yaratıcı düşünen, üretebilen bireylerin yetişmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu özelliklere sahip bireylerin yetişmesinde öğrencilerin derslere karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamak, derslerde onları aktif kılmak önem kazanır. Bu nedenlerle araştırmada, öğrencileri derste aktif kılmak için kavram karikatürleri ile öğrenme ortamı oluşturulması çalışmada önem arz etmektedir.

Çalışmanın kavram karikatürleriyle işlenmesi matematik dersinin diğer konuları için de önem arz etmektedir. Üslü ve köklü ifadeler konularıyla ilgili olan bu çalışma ile öğrencilerde görülen kavram yanlışları giderilebilirse üst sınıflarda öğrencilerin bu konularda zorlanmayacakları düşünülmüştür. Bu gerekçelerden yola çıkılarak oluşturulan öğrenme ortamı kavram yanlışlarının giderilmeye çalışılmasında ve kavramların hatırd kalma süresinin uzamasında etkili olabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmanın etkilerine göre kavram karikatürleri ile yapılan uygulamalar, diğer derslerde kavram yanlışlarının giderilmesinde kullanılması düşünülebilir. Kabapınar (2009) yaptığı çalışmada kavram yanlışlarının belirlenmesinde kavram karikatürlerinin etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma kapsamındaki uygulama Amasya'da bulunan bir özel öğretim kurumunun 9. sınıfında öğrenim gören 30 öğrenci ve farklı illerde görev yapan 6 matematik öğretmeni ile sınırlıdır. Araştırma kapsamında yapılan uygulamalar, uygulama öncesi öğretmenlerin görüşlerinin belirlenmesi, kavram karikatürleri ile birlikte

oluşturulan öğrenme ortamlarında yaşanılan deneyimlerin belirlenmesi ve bu ortamlarla ilgili olarak öğrenci görüşlerini belirlemek ile sınırlıdır.

1.6. Varsayımlar

Bu araştırmada; görüşüne başvuru yapılan öğretmenlerin ve uygulama sonrası görüşme yapılan öğrencilerin mülakat esnasında gerçek duygu ve düşüncelerini yansıttıkları varsayılmıştır.

1.7. Tanımlar

Kavram: Benzer özelliklere sahip bireyin zihinsel olarak oluşturduğu bir kategorinin ortak ismidir (Kaptan, 1999).

Karikatür: Karikatür kelimesinin kökeni İtalyancaya dayanmakta olup canlıların ya da nesnelerin abartılı bir çizim ile aktarılması şeklinde tanımlanmaktadır (Kar, 2004).

Karikatürü belli bir yaş grubu ile sınırlandırmak mümkün değildir. Her yaş grubundan, her meslekten, her bölgeden insana hitap edebilmektedir (Erdağ, 2011). Mizahi bir unsur olduğundan mesaj içerikli karikatürler dahi kırııcı olmamaktadır ve bu da her kesime hitap edebilmesini sağlamaktadır. Karikatürlerde hemen her konu ele alınmaktadır. Siyasi olaylardan bilimsel olaylara, gündelik yaşamdan içsel duygusalılıklara kadar her konuda çizilebilmektedir.

Kavram Karikatürleri: Olaylar üzerinde düşünene, konuşan ya da tartışan üç ya da daha fazla karakterin bulunduğu ayrıca bilimsel kavramların günlük olaylarla ilişkilendirilmesini sağlayan bir araç olarak tanımlanmaktadır (Şaşmaz, 2009).

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Bu bölümde kavram ve kavram yanılgıları, kavram karikatürleri, kavram karikatürlerinin öğrenme sürecindeki kullanımı ile ilgili bilgilere, öğretmen, öğrenci rollerine ve kavram karikatürü uygulanarak yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

2.1.1. Kavram ve Kavram Yanılgıları

Kavramlar, farklı olguların benzer ve farklı özelliklerinin algılanmasını sağlayan, olguların kategorize edilebilmesinde yardımcı olan bir oluşumdur (Ormrod, 2006; Akt: Apaydın ve diğ., 2014). Kavram, bireylerin zekâsal olarak oluşturduğu bir kategorinin benzer özellikler taşımasıdır. Öğrenilen tüm nesne, olay ve unsurları tek başına ayrı düşünmek birey için oldukça güçtür. Bundan dolayı belirli ortak özellikler taşıyan yapılar kategorilere ayrılarak adlandırılır (Cangelosi, 2003; Akt: Ayyıldız ve Altun, 2013).

Nakiboğlu (1999) çalışmasında bireylerin kavramları zihinlerinde oluşturmalarından sonra kavramlar arasında ilişki kurulabileceğini, bütünlük oluşturulabileceğini vurgulamıştır. Kavramlar, birçok farklı özelliğe sahiptir. Sahip olduğu bu özellikler çalışmasında şu şekilde belirtilmiştir:

1. Kavramlar, toplumsal ve dönemsel değişimlere uğrayabilmektedir.
2. Kavramlar, bireysel bir yapıya sahip olup kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir.
3. Kavramların sahip oldukları özelliklere birden çok kavramda rastlamak mümkündür.
4. Kavramlar, yaşanmış olaylara ya da edinilmiş bilgilere dayanmaktadır.
5. Kavramların tek boyutluluğundan bahsetmek mümkün değildir.
6. Kavramları sahip oldukları özelliklere göre kategorize etmek mümkündür.
7. Kavramların sahip oldukları özellikler de özünde birer kavramdır.
8. Kavramın temel ögesi dildir.

Bireyin kavramlara ilişkin öğrenme süreci doğumundan itibaren başlamaktadır ve yaşamı boyunca da bu süreç devam etmektedir. Elbette edinilen kavramların zorluk seviyeleri değişiklik göstermektedir ancak süreklilikten bahsetmek mümkündür. Hayatın ilk yıllarında rastlantısal olarak edinilen kavramlar, zamanla seçiciliğe gidilerek bireyin ihtiyaçları doğrultusunda şekillenmektedir. Bununla birlikte kavram edinimlerinin iki aşamalı olduğundan bahsetmek mümkündür. İlk aşama kavram oluşturma iken ikinci aşama kavram kazanmadır (Ülgen, 2004).

Kavram oluşturma: Bahsedildiği üzere kavram oluşturma deneyimler ve karşılaştırmalar neticesinde gerçekleşmektedir. Nesnelere arası ilişki kurmak da bu oluşumda etkili olmaktadır (Ülgen, 2004).

Kavram kazanma: Oluşturulmuş kavramın kategorize edilerek kullanılması gereken zamanın, ilişki içerisinde olduğu diğer kavramların da kavranmasının ve ayırt edebilme özelliğinin kazanılması ile gerçekleşmektedir. Kavram oluşturmada kavram kazanma söz konusu değildir. Bu sebeple kavramın ikinci aşamasını oluşturmaktadır (Ülgen, 2004).

Oluşturulan ve sonrasında kazanılan kavramların geliştirilebilmesi için bireyin çeşitli aşamaları kat etmesi gerekmektedir. Bu aşamaların başında kategorize etmek gelmektedir. Benzer kavramların bir araya oluşturulması ile gerçekleşmektedir. Ardından karşılaştırarak kavramlar arası benzer ve farklı özelliklerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu aşamaların ardından tümevarım süreci ile birlikte kavramsal gelişim sağlamak mümkün hale gelmektedir (Kaptan, 1999; Turgut ve diğ., 1997).

Bu çalışma sırasında matematiksel kavram yanlışlarının sınıflandırıldığı az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Kavram yanlışlarını genel olarak sınıflandıran Committee of Undergraduate Science Education (1996), kavram yanlışlarını deneyimsiz kanılar, kavramsal yanlış anlamalar, bilimsel olmayan inançlar, kullanım dilinden kaynaklanan kavram yanlışları, yanlış benimseme olarak 5 gruba ayırmaktadır (Akt. Yağbasan ve Gülçiçek, 2003, s.111). Matematiksel kavram yanlışlarını sınıflandıran Graber ve Johnson (1991), yapmış oldukları çalışma sonucu kavram yanlışlarını dört kategoride ele almaktadır (Aktaran: Zembat, 2008). Bu kategoriler aşırı genelleme (overgeneralization), aşırı özelleme (overspecialization), yanlış tercüme (mistranslation) ve kısıtlı algılamaya (limited conception) şeklindedir. Baki ve Güç (2014) çalışmasında kavram yanlışlarının sınıflandırılmasına yer vermiştir.

2.1.2. Kavram Karikatürleri

Kavramsal karikatürler eğitim öğretimde de sıkça başvurulan bir metottur. Bu başvurularda bulunan eğitimcilerin amaçları farklılık gösterebilmektedir ancak bu yöntemin genel özelliklerini ve avantajlarını şu şekilde özetlemek de mümkündür (Chin ve Teou, 2009; Naylor ve diğ., 2004; Akt: Demir, 2008):

- Öğrencilerin kesinliğe kavuşamadıkları fikirlerini kesinliğe kavuşmalarını sağlamak,
- Öğrencilerin fikirsel gelişimlerine katkıda bulunmak,
- Öğrencilerin farklı açılardan fikirleri ele almalarını sağlamak,
- Öğrencilerin bir fikir üzerine tartışmalarını sağlamak ve bu sayede farklı bakış açılarını görmelerine yardımcı olmak,
- Öğrencilerin derse katılımlarını ve derse olan ilgilerini arttırmak,
- Öğrencilerin teknik bilgileri gündelik yaşama yansıtmasında yardımcı olmak,
- Öğrencilerin okuryazarlık seviyelerini arttırmak,
- Bir konuyu özetlemek için kullanarak verilen bilgilerin öğrenciler açısından pekişmesini sağlamak,
- Öğrencilere karikatürler çizdirerek fikirlerini farklı yollarla ifade edebilmelerini sağlamak,
- Ders dışı etkinlikler yapmak.

2.1.3. Kavram Karikatürlerinin Öğrenme Sürecindeki Yeri

Kavramlar, soyut bir algıdır. Her bireyin kendi algısı doğrultusunda şekillenmektedir. Bu da eğitim ve öğretimde çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sebeple soyut olan kavramlar somutlaştırılarak eğitim öğretim içerisinde yer vermeye çalışılmaktadır (İnce, 2008).

Kavram karikatürleri kullanımı öğrencileri araştırmaya, öğrenmeye yöneltmektedir. Eğitim ve öğretimde başarıyı artırabilmek için günümüz imkânlarından, oyun ve etkinliklerden, farklı öğretim yöntem ve tekniklerden, mümkün olduğunca çok yararlanılmaya çalışılmalıdır (Boyacıoğlu, Köroğlu ve Alkan, 2003). Bu öğretim yöntem ve tekniklerinden kavram karikatürlerinin öğrenme ve öğretme sürecine katkıları şöyle sıralanabilir (Kabapınar, 2005):

1. Kavram karikatürleri öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışlarını az bir zamanda açığa çıkarabilmektedir.
2. Öğrencileri yanlışya iten sebeplerin sınıf ortamında tartışılabilir olmasını mümkün kılmaktadır.
3. Sınıf içinde yüksek katılım, yorumlama, hayal gücü gelişimini sağlamaktadır. Bu bağlamda karikatürleri kullanan bir öğretmen etkili sınıf tartışmaları oluşturabilir, öğrencilerde var olan yanlışları belirleyebilir ve bu yanlışların giderilmesinde kavram karikatürü gibi etkili yöntemler kullanabilir. Bu da öğrenmenin anlamlı olmasına katkıda bulunabilir.

Dabell (2008) kavram karikatürleri yoluyla öğretimde izlenebilecek öğretim sırası için şu önerilerde bulunmuştur:

1. Karikatürlerle birlikte öğrenenlerin kavramsal çelişiklere odaklanması
2. Öğrenenlere seçenekler üzerinde ayrı ayrı düşünceleri için izin verilmesi
3. Küçük grup tartışmalarına teşvik edilmesi
4. Tüm sınıfın alternatif fikirleri için fırsat sağlanması
5. Anlaşmaya varmaya çalışılması
6. Konu hakkında daha fazla bilgi için olası araştırma yollarını tartışma
7. Küçük grup araştırmaları düzenleme
8. Araştırma sonuçlarını paylaşma
9. Sınıf tartışması
10. Öğrenenlerin düşüncelerinin nasıl değişebileceği üzerinde düşünmek
11. Pekiştirme ve egzersiz yapma

2.1.4. Öğretmen ve Öğrencinin Rollerini

Araştırmada üzerinde durulan bir diğer konu ise kavram karikatürleri kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının öğretmen ve öğrenci rollerinde herhangi bir değişime neden olup olmadığıdır. Matematik eğitiminde kavram karikatürleri kavram yanlışlarını belirleme, karikatürlerin öğrenci ürünlerine etkilerini belirleme amaçlı kullanıldığından, araştırmanın karikatürlerle oluşturulan öğrenme ortamının değişen öğretmen-öğrenci rolleri açısından da literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Dereli (2008) çalışmasında kavram karikatürlerini kullanarak tam sayılar konusu üzerinde çalışmıştır. Çalışmada kavram karikatürlerinin sınıf içinde uygulanırken öğretmen rollerinin oldukça

önemli olduğu belirtilmiştir. Çalışmasına göre öğretmen rolleri öğretim yönteminden alınan verimi etkilemektedir.

Ernest'e (1989) göre, matematik öğretmenin rolüne ilişkin üç farklı anlayış mevcuttur ve matematik öğretilerde bu anlayışlar üç farklı öğretim modelini göstermektedir. Bu modellerde öğretmen, öğretici, açıklayıcı ya da kolaylaştırıcı rollerindedir. Öğretici rolündeki bir öğretmenin nihai amacı, doğru işlem yollarını uygulamaya dayalı becerilerde öğrencilerin ustalaşmasını sağlamaktır. Bu öğretmenin rolü, "materyali göstermek, açıklamak ve tanımlamak, onu sergileyici bir tavırla sunmaktır" (Thompson, 1992, s. 136; Akt: Bütün, 2012).

Öğretmenin açıklayıcı olarak görüldüğü anlayışta ise, öğretimde nihai amaç bağlantılı bir yapıya sahip olan matematiksel bilgide öğrencilerin kavramsal anlayışa sahip olmalarını sağlamaktır. Böyle bir görüşe sahip olan öğretmen, öğretim faaliyetlerinde matematiksel içeriğe odaklanır. Öğretmenin rolü, öğrencilerine durağan yapıdaki matematiksel kavram, formül ve işlemleri en iyi şekilde kavratmaktır (Thompson, 1992; Akt: Bütün, 2012).

2.1.5. Kavram Karikatürleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Kavram karikatürleri ilk kez 1990 yılında Naylor ve McMurdo tarafından tasarlanmış ve öğretim ortamında kullanılmıştır. Bilimsel kavramların, yaşantılarla ilişki kurularak olaylar üzerinde konuşan, tartışan üç veya daha fazla karakterin çizim ile kâğıt üzerinde gösterilmesidir. Kavram karikatürleri öğrencilerin düşüncelerini ifade etmelerine ve sınıf içi tartışmayı daha kısa sürede başlatma fırsatı sunmalarından dolayı öğretimin sürdürülmesinde kolaylıklar sağlamaktadır (Keogh ve Naylor, 1997).

2001 yılında Yoong tarafından yapılan "Mathematics Cartoons and Mathematics Attitudes" isimli çalışmada kavram karikatürleri ve matematik tutumları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonuçları kavram karikatürü ve matematik tutumları arasındaki korelasyonun yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada sekiz farklı tipte karikatür kullanılmıştır. Karikatürlerin, öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca matematiği sevmeyen öğrencilerin, matematiği karikatürle sevebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ortaokul ve lise düzeylerindeki öğrencilerin köklü ifadelerdeki kavram yanlışlarının tespiti üzerine literatürde çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalara örnek

olarak Cengiz (2006), Şenay (2002) ve Orhun'un (1998) araştırmaları gösterilebilir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerde; herhangi bir sayının karesinin karekökü ile ilişkili olan karekökünün karesi arasındaki farkı ayırt etmeyi başaramama, her x sayısı için $\sqrt{x^2} = x$ eşitliğinin doğru olduğunu varsayma, bir sayının negatifinin karesi ile karesinin karekklerini almada zorluk yaşama gibi kavram yanılığlarının olduğu belirlenmiştir.

“Karikatürler ve Matematik ğretiminde Kullanımı” isimli çalışmada karikatürün nerede ve nasıl kullanılacağı tartişılmıştır. Öğrencilerde ki soyut olan kavramların öğrenilmesinin zor olmadığını ve bunun somut örneklerle sağlanabileceğinden bahsedilmiştir. Somut örneklerin, örneğin kavram karikatürünün matematik öğretimine getireceği yararlaraya yer verilmiştir (Uğurel ve Moralı, 2006).

rs (2007) alışmasında karikatürlerin, öğrencilerde kalıcı öğrenmeyi gerçekleştirdiğini ifade etmiştir. Bilgilerin ezberlenmeden ğrenilebileceğine yer vermiştir. Dabell tarafından 2008 yılında gerçekleştirilen çalışmada ortaokul seviyesindeki matematik dersleri için kavram karikatürlerinin kullanılması amaçlanmıştır. Dabell çalışmasının sonucunda öğrencilerin tamamının verilen kavram karikatüründe ortaya atılan fikirlerden doğru olanlarının neden doğru olduğunu anlayabildiklerini belirtmiştir.

2012-2013 Öğretim yılında 7. sınıf öğrencileriyle doğrular, açılar ve çokgenler konularının kavram karikatürleriyle desteklenmiş yapılandırmacı ğretim programında uygulanabilirliği araştırılmıştır. Araştırmada nitel veriler içerik analizi tekniği kullanılarak çözümlenmiştir. Araştırma verilerinin sonuçları incelendiğinde öğrencilerin matematiğe ilişkin metaforlarının olumlu yönde etkilendiği, kavram karikatürleriyle öğrendikleri bilgileri performans görevlerinde kullanabildikleri grlmştir. Kavram karikatürleri uygulamasının öğrenme – ğretme sürecine ve ğretmen özelliklerine katkı sağladığı grlmştir (Göksu ve Köksal, 2016).

Uğurel, Kesgin ve Karahan'ın 2013 tarihindeki makalesinde kavram karikatürü, alternatif bir öğrenme ve değerlendirme aracı olarak ele alınmıştır. Ayrıca bu çalışmada kavram karikatürleri ile ilgili ülkemizde gerçekleştirilen araştırmaları içeren kısa bir bölüm verilmiştir. Kaplan ve diğ.'nin (2014) makalesinde kavram karikatürlerinin, kavram yanılığlarının giderilmesi üzerine kullanılması çalışılmıştır. Çalışma grubunu sekizinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada sekizinci sınıf kareköklü ifadeler konusundaki kavram yanılığlarının tespiti ve kavram yanılığlarının giderilmeye

çalışılması araştırılmıştır. Araştırma sonuçları göstermiştir ki kavram karikatürleri tüm kazanımlarda olumlu etkilidir.

“Trigonometri Öğretiminde Karşılaşılan Bazı Kavram Yanılgıları ve Bunlara Getirilen Çözüm Önerileri” isimli çalışmada trigonometri konusuyla alakalı öğrencilerin yaşadığı zorluklar ele alınmıştır. Bu süreçte öğretmenin sınıf içindeki rolünden bahsedilmiştir. Kavram yanılgılarının giderilebilmesi için çözüm önerileri sunulmuştur (Bütün, Nasuhoğlu ve Rahim, 2015).

Literatür incelendiğinde kavram karikatürleri ile ilgili çalışmalar daha çok fen bilgisi alanında görülmüştür. Öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarısını artırdığı yönünde önemli sonuçlar elde edilmiştir. Aşağıda bu çalışmalardan bazıları sunulmuştur. 2005 yılında Filiz Kabapınar tarafından kavram karikatürü konulu makale yazılmıştır. Bu çalışmada kavram karikatürleri yaparak yaşayarak öğrenme yaklaşımını temel alan bir öğretim yöntemi şeklinde verilmiştir. Kabapınar bu çalışmasında fen konuları ile ilgili kavram karikatürlerine yer vermiştir. Bu çalışmada kavram karikatürünün, öğrenciler üzerindeki kavram yanılgısı / yaşadığı zorluğa olan etkisini öntest-sontest ile belirlemiştir. Araştırmacının elde ettiği sonuçlar kavram karikatürleri ile yapılan eğitimin başarılı olduğunu göstermiştir.

“6. Sınıf Fen Sınıfında Mineral ve Kaya Kavramlarının Öğretiminde Güldürü Karikatürlerin Kullanımı” isimli bir araştırma 2005 yılında Rule ve Auge tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada geleneksel yöntemlerle, kavram karikatürünün karşılaştırılması araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarında görülmüştür ki karikatür kullanılarak öğrenim gören öğrencilerin daha başarılı oldukları ve öğrenmede tutumlarının arttıkları görülmüştür.

Saka ve diğ. (2006) canlılarda enerji dönüşümü ünitesindeki kavram yanılgıları üzerine kavram karikatürü ile ilgili çalışma hazırlamışlardır. Bu çalışma lise üç öğrencilerine uygulanmıştır. Bu çalışmada mülakat yöntemi ve kavram karikatürleriyle hazırlanmış çalışma yaprakları ile veriler toplanmıştır. Kavram yanılgıları üzerine karikatür uygulanan grup verilere göre daha başarılı olmuştur.

Ekici vd. (2007) çalışmada kavram karikatürleri kullanarak fotosentez konusuyla ilgili kavram yanılgıları üzerine uygulama yapmışlardır. Kavram yanılgılarının belirlenmeye çalışılması ve giderilmesinde, kavram karikatürlerinin etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçları göstermiştir ki kavram karikatürleri ile yapılan uygulama, kavram yanılgılarının ortaya çıkarılmasında ve giderilmesinde etkili bir araçtır. Balım ve diğ. (2008) yaptığı fen öğretimiyle alakalı çalışmada kavram karikatürlerinin öğrencilerin

akademik başarılarına olan etkisi araştırılmıştır. Kavram karikatürleriyle öğrencilerde ki mevcut olan bilgilerle, yeni karşılaştığı bilgileri sorgulama ve karşılaştırmalarına yardımcı olmak amaçlanmıştır.

2014-2015 öğretim yılında Çelik tarafından 8. sınıftan 20 öğrenciyle kavram karikatürü üzerine çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada temel amaç, “Yaşamımızda Elektrik” ünitesi konusuna bağlı olarak kavram karikatürleri ile desteklenmiş, doğrudan – yansıtıcı temelli öğretimin öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisini araştırmaktır. Araştırmada yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Uygulama sonucunda öğrencilerin sahip olduğu bilimin doğasıyla ilgili kavram yanlışları büyük oranda düzelmiştir. Ayrıca çalışmanın akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Çelik, 2016).

Ceylan (2015) çalışmasında 7. sınıf öğrencilerini örneklem olarak fen öğretiminde kavram karikatürünü incelemiştir. Kavram karikatürlerini “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesine uygulamıştır. Bu çalışmada başarı testi kullanılmıştır. Öğrencilerin kavram karikatürü kullanımıyla ilgili görüşleri incelendiğinde ise, karikatürlerin öğretici, bilgi eksikliğini belirleyici / giderici, eğlenceli ve faydalı olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Türkçe eğitimi ve öğretiminde de kavram karikatürü çalışmalarına yer verilmiştir. Karikatürün görsel bir metin olduğu Efe'nin çalışmasında ifade edilmiştir (Efe, 2007). Sever (2007) çalışmasında karikatürlerin öğrenmeye olan faydalarına yer vermiştir. Eleştirel düşünme becerisini geliştirebildiğini, anlama ve anlatmayı kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Kavram karikatürlerinin öğrencilerin ilgisini çektiğini ve meraklarını sürekli zinde tuttuklarını ifade etmiştir. Dabell, 2008 yılında ki çalışmasında kavram karikatürleri kullanarak öğretim yöntemi için önerilerde bulunmuştur. Bu öneriler arasında; “sınıf tartışması”, “küçük grup tartışmalarının teşviki”, “öğrencilerin düşüncelerini nasıl değiştirebileceği yönünde düşünmek”, “öğrenenlerin kavramsal çelişkilere yönelmesi” gibi öneriler yer almıştır.

Matematik ve fen derslerinin yanı sıra kavram karikatürü sosyal bilgiler dersinde de kullanılmaktadır. 2006 yılında Durualp tarafından yapılan “İlköğretimde Sosyal Bilgiler Öğretiminde Karikatür Kullanımı” isimli araştırmada, 6. sınıf öğrencileriyle çalışılmıştır. 6. sınıf da yer alan “Demokratik Hayat” isimli ünite için geleneksel öğretim yöntemi ve karikatür karşılaştırılmıştır. Karikatür kullanımının, geleneksel öğretime göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

2011 yılında Cengizhan tarafından yapılan “Modüler Öğretim Tasarımıyla Entegre Edilmiş Kavram Karikatürleri Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri” isimli çalışmada kavram karikatürlerinin motivasyonu sağladığı ifade edilmiştir. Kavram karikatürleri kullanılarak işlenen dersin öğrenciler arasından daha ilgi çekici olduğu görülmüştür. Bu çalışmada kavram karikatürlerinin derse motivasyonu sağladığı görülmüştür.

Kavram karikatürleriyle alakalı çalışmaya okul öncesi grubunda da yer verilmiştir. Bu alanda yapılan bir çalışma 2014 yılında Atasoy ve Zoroğlu tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada okul öncesi dönemdeki çocuklara yönelik olarak bazı fizik konularında kavram karikatürleri geliştirilmiştir. Kavram karikatürleri uygulamasının sürece olan yansımaları araştırılmıştır. Çalışmada yapılandırılmamış gözlem tekniği kullanılmıştır. Gözlemci video kaydı almıştır. Çalışmada öğretmenlerin önerilerine yer verilmiştir.

Kavram karikatürlerinin fen, matematik, sosyal bilgiler, Türkçe eğitimi gibi birçok alanda kullanılmasının yanı sıra görsel sanatlar öğretimi dersinde de kavram karikatürü çalışmasına yer verilmiştir. Seven tarafından, 2013 yılında kavram karikatürü görsel sanatlar dersinde kullanılmıştır. Bu çalışmada kavram karikatürleri, geleneksel öğretim yöntemiyle karşılaştırılmıştır ve çalışma 7. sınıfa uygulanmıştır. Kavram karikatürlerinin öğrenci başarılarına etkisinin araştırılması için ölçek hazırlanmıştır. Hazırlanan puanlar incelendiğinde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin, bulunan son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında öğrencilerin üslü ve köklü ifadelerle ilgili yaşadığı zorluklar, yanlışlar, anlaşılması zor konular oldukları literatürdeki bazı çalışmalarda ifade edilmiştir. Ortaokul ve lise düzeylerindeki öğrencilerin üslü ve köklü ifadelerdeki kavram yanlışlarının tespiti üzerine literatürde çalışmalar mevcuttur. Kavram karikatürleri kullanılarak yapılan uygulamaların öğrenciler üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu yine literatürdeki çalışmalarda ortaya çıkmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde kavram karikatürleri ile ilgili çalışmaların daha çok fen bilgisi alanında yapıldığı görülmüştür. Öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarısını artırdığı yönünde önemli sonuçlar elde edilmiştir. Literatürdeki tüm bu çalışmalardan hareketle, kavram karikatürlerinin hem kullanışlı bir görsel araç hem de faydalı bir yöntem olarak önemli bir potansiyelinin olduğu ortaya çıkmaktadır.

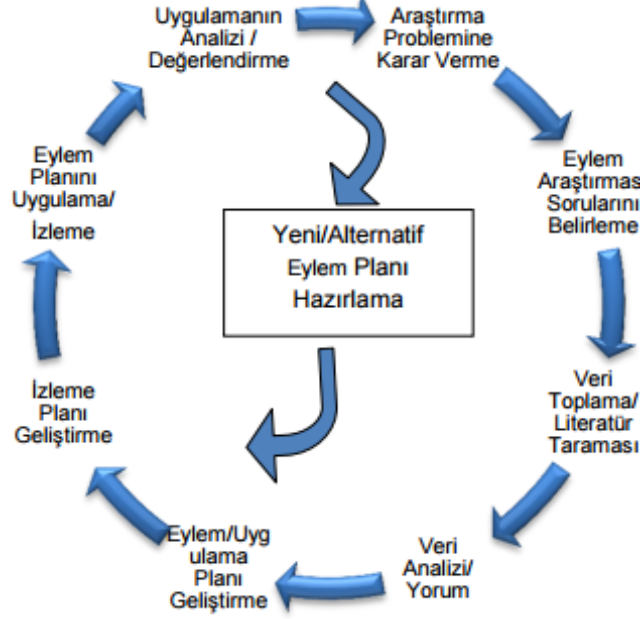
BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, araştırmacı öğretmen (aksiyon araştırması) yöntemine göre yürütülmüştür. “Araştıran öğretmen” kavramı ilk olarak John Dewey tarafından 1930’larda ortaya atılmıştır. John Dewey, başarının olabilmesi için öğretmenlerin aktif olması gerektiğini savunmuştur. Bu dönemde eğitimdeki problemlere çözüm aranmaya başlanmış ve öğretmenlerin bu durumda aktif olması gerektiği savunulmuştur (Holy, 1991; Akt: Küçük, 2002). Cohen ve Manion (1990) aksiyon araştırmasını, “eğitim ve öğretim sürecinin özel bir anında ortaya çıkan problemin uygulamada çözülebilmesi için geliştirilen yöntemler” olarak tanımlamışlardır. Loftus’a göre aksiyon araştırması, en sade haliyle “yaparak öğrenme” anlamına gelmektedir (Loftus, 1999; Akt: Küçük, 2002).

Aksiyon araştırması, bir problemin tanımlanması, problemi çözebilmek için bir şeyler yapılması, sonucun ne derece başarılı olduğunun görülmesi, sonuçta başarısızlık olursa tekrar tekrar denenmesi, özetle yaparak yaşayarak öğrenmedir (O’Brien, 2003; Akt Aksoy, 2003). Aksiyon araştırması, bir öğretmenin mesleki gelişimine katkı sağladığı gibi öğrencilerinde birçok yönden gelişimlerini tamamlamalarını sağlamaktadır. İşte bu yüzden araştırma modeli olarak aksiyon araştırması seçilmiştir. Literatür tarandığında iki adet aksiyon araştırması modeli bilinmektedir. Bunlar araştırma yapmak ve onun sonuçlarını uygulamaya koymak (research action), diğeri ise uygulama yapmak ve uygulamanın sonuçlarını araştırmayla desteklemek (action research) olarak ifade edilmektedir (Schön, 1983). Aksiyon araştırması; planlama, uygulama, gözleme ve yansıtma aşamalarından oluşmaktadır. Aksiyon araştırmasının temel aşamaları Şekil 1’de verilmiştir (Schön, 1983’ten aktaran: Yıldırım ve Şimşek, 2011:297).



Şekil 1. Aksiyon araştırma süreci

Araştırmacı, çalışma yaptığı ortamda zaman geçirir ve bu ortam bir program, organizasyon veya bir toplum olabileceği gibi, araştırmada önem arz eden gözlemlerin, mülakat yapılan kişilerin ve analiz edilen dokümanların içerisinde yer aldığı durumlarda olabilmektedir. Araştırmacı katılımcı gözlemci olarak etkinliklerin veya etkileşimlerin kimi zaman içinde yer alarak ilk elden gözlemler yapar (Bütün ve Demir, 2014). Aksiyon araştırması eğitim alanında kullanılmasının yanı sıra tıp, endüstri, tarımsal kalkınma, teknoloji kullanımı, halk sağlığı gibi alanlarda da kullanılan ve onay gören bir araştırma yöntemidir (McNiff, 2001; Akt: Aksoy, 2003).

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın örneklemini, uygulama öncesi farklı illerde görev alan altı matematik öğretmeni, kavram karikatürü uygulaması sırasında Amasya’da bulunan bir özel öğretim kurumunun 9. sınıfında öğrenim gören 30 öğrenci ve uygulama sonrası seçilen 5 öğrenci oluşturmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Son yıllarda matematik eğitiminde kavram yanlışları ve bunları ortaya çıkaracak ölçeklerin geliştirilmesine önem verilmektedir (Baki, 1998). Bu çalışmada öğretmenlere uygulanan görüş formu ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar, öğrencilerin ön bilgilerini

belirlemeye yönelik kullanılan açık uçlu sorular, öğrencilerin çalışma kağıtları, öğretmenin gözlem notları (karikatürle ilgili yöneltilen açık uçlu sorular, gözlemler, grupların doldurdukları çalışma kağıtları) veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Ayrıca uygulama sonrası seçilen öğrencilerle yarı-yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür.

3.3.1. Görüş Formu ve Mülakat

Görüş formu iki açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Farklı illerde görev yapan altı öğretmenin görüşü, görüş formu aracılığıyla belirlenmiştir. Görüşüne başvuru alan öğretmenlerden ikisi (Ayşe ve Mehmet öğretmen) lisansüstü eğitim almıştır veya almaya devam etmektedir. Aşağıdaki tabloda görüşüne başvuru alan öğretmenlerin görev yerleri ve yıllık deneyimleri sunulmuştur.

Tablo 1. Görüşlerine başvuru alan öğretmenlerin görev yerleri ve yıllık deneyimi

ÖĞRETMENİN ADI	GÖREV YERİ	YILLIK DENEYİMİ
Ayşe Öğretmen	Amasya	14
Mehmet Öğretmen	Sivas	9
Ahmet Öğretmen	Tokat	2
Salih Öğretmen	Samsun	10
Leyla Öğretmen	Çorum	7
Aslı Öğretmen	Yozgat	25

Tüm öğretmenler görüş formunu yazılı olarak cevaplamışlardır. Aşağıda görüş formunda yer alan açık uçlu sorular verilmiştir.

Öğretmenin Adı ve Soyadı:

Görev Yeri:

Görev Yılı:

- Üslü ve köklü ifadeler konularında öğrencilerinizin yaşadıkları zorluklardan/yanılgılardan örnekler verebilir misiniz?
- Öğrencilerinizin yaşadığı bu zorlukların nedenleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?

Şekil 2. Öğretmenlere yöneltilen görüş formu

Görüş formunda iki açık uçlu soru yer almıştır. Amasya'daki öğretmen hariç diğer öğretmenlere mail aracılığıyla gönderilen bu form, öğretmenler tarafından doldurulmuş ve bilgisayar ortamında taratılarak yine mail üzerinden araştırmacıya geri gönderilmiştir. Amasya'daki öğretmenle yüz yüze mülakat gerçekleştirilerek öğrencilerde mevcut olan kavram yanılgılarının nedenleri hakkında ayrıca bilgi alınmıştır. Amasya ili dışındaki öğretmenlerle görüş formunun yanı sıra ayrıca telefonla da görüşülerek öğrencilerde mevcut olan kavram yanılgılarının nedenleri ile ilgili bilgi alınmıştır.

3.3.2. Ön Bilgi Testi

Ön bilgi testinde karikatürlerde ele alınan matematiksel durumlarla ilgili ders başında yöneltilen açık uçlu sorular yer almaktadır. Ders başında yöneltilen açık uçlu sorular beş adettir. Aşağıda bu açık uçlu sorular sırasıyla sunulmuştur.

Adı Soyadı:

$$4^2 + (2^{-2} \times 2^4) = ?$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

Şekil 3. Ders başında dağıtılan üslü ifadelerle ilgili soru kâğıdı

Kavram karikatürü uygulamasının ilk açık uçlu sorusu yukarıdaki Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu soruda öncelikle üslü ifadelerin çarpılmasında, tabanlar aynı olduğunda üslerin toplanması kuralı ele alınmıştır. Araştırmacı ilk açık uçlu soru için dağıtılan testte öğrencilerin çözümlerini gözlemlemiştir.

Adı Soyadı:

$$\sqrt[3]{(3^2 + 4^2)} + \sqrt{5^2} = ?$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

Şekil 4. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı

Kavram karikatürü uygulamasının ikinci açık uçlu sorusu yukarıda verilmiştir. Söz konusu bu soru uygulama öncesinde görüşlerine başvurulmuş öğretmen görüşleri ve ilgili literatür doğrultusunda oluşturulmuştur. İkinci kavram karikatürüne ait test ders başında öğrencilere dağıtılmıştır. Bu soru üslü ve köklü ifadeler konularının iç içe kullanıldığı bir sorudur. Bu sorunun seçilmesindeki temel amaç çok önemli olan iki konuyu birlikte sunabilmektir. Öğrencilerin yaşadığı zorluk / yanlışlardan birisi köklü ifadenin derecesi ile ilgilidir. Yukarıda ifade edilen Şekil 4’deki soruda derece ilk ifadede üç olarak seçilmiştir. Bunun sebebi öğrencilerin derece hakkındaki bilgilerini ölçmek, yanlışlarını gözlemlemektir. Kavram karikatürü uygulamasının 3. test sorusu aşağıdaki Şekil 5’de verilmiştir.

Adı Soyadı:

$$(5^0 + 2^2 + 2^4) = ?$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

Şekil 5. Ders başında dağıtılan üslü ifadelerde toplama ile ilgili soru kâğıdı

Bu sorunun seçilmesinin temel amacı üslü ifadelerle dört işlem yapmada öğrencilerdeki kavram yanlışlarını gözlemlemek ve bu yanlışlara çözüm önerileri getirebilmek amaçlanmıştır. Araştırmacı üçüncü test kağıdını sınıfa dağıttıktan sonra sınıfı gözlemlemiştir. Görüşüne başvurulmuş öğretmenlerden birkaçı, üssün sıfır olduğunda öğrencilerin sonucun sıfır olduğunu düşündüklerini görüş formunda ifade ettiklerinden dolayı soru bu şekilde hazırlanmıştır. Ayrıca soruda verilen iki sayısının üsleri 2 ve 4 olarak özellikle seçilmiştir. Araştırmacı, taban ve üs aynı sayı olduğunda öğrencilerin ne türde zorluk yaşayacaklarını gözlemeyi hedeflemiştir. Kavram karikatürü uygulamasının 4. test sorusu aşağıdaki Şekil 6’da sunulmuştur.

Adı Soyadı:

$$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = ?$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

Şekil 6. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili soru kâğıdı

Araştırmacı dördüncü test sorusunu sınıfa dağıttıktan sonra sınıfı gözlemlemiştir. Bu sorunun hazırlanmasındaki temel amaç öğrencilerin köklü ifadelerle ilgili işlem yapabilme durumlarını gözlemek ve köklü ifadelerin çarpımındaki kavram yanlışlarını, yaşadığı zorlukları tespit etmektir. Ayrıca soruda öğrencilerin kök kısımları aynı olduğunda çarpma kuralını doğru uygulayabilmeleri gözlenmek istenmiştir.

Adı Soyadı:

$$\sqrt{(3^2 + 4^2)} + \sqrt{5^2} = ?$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

Şekil 7. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı

Beşinci kavram karikatürü uygulaması öncesinde öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek için kullanılan soru yukarıdaki Şekil 7’de gösterilmiştir. Seçilen bu soru ikinci test sorusu ile benzerdir. Buradaki temel amaç öğrencilerin kökün derecesi hakkındaki yorumlarını gözlemlemektir. İkinci test sorusunda ilk ifadenin derecesi üç seçilirken bu test sorusunda ilk ifadenin derecesinde gözükmeyen iki vardır. Bu soru için bir diğer önemli nokta ise derece yazılmadığında, derecenin iki olduğunu görebilmeleri amaçlanmıştır. Araştırmacı beşinci kavram karikatürüne ait beşinci test sorusunu sınıfa dağıttıktan sonra sınıfı gözlemlemiştir.

3.3.3. Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprakları

Bu çalışmada karikatürler öğrencilerin fikirlerini netleştirmek, geliştirmek, alternatif bakış açıları geliştirmek, sınıf ve grup içi tartışma için uyarıcı sağlamak, katılımı yükseltmek ve motivasyonu arttırmak amacıyla kullanılmıştır. Karikatürler hem sınıfta yansıtılmış hem de her gruba çalışma yaprakları şeklinde dağıtılmıştır. Bu çalışmada üslü ve köklü ifadeler konuları ile ilgili hazırlanan karikatürlerde günlük hayata ilişkin örnekler verilmemiştir. Karikatürlerde sınıf ortamında matematiksel kavramlara yönelik

soru sorulmuş, doğru ve yanlış cevapları içeren 3 ya da 4 öğrencinin düşüncesi eşit statüde verilmiştir. Karikatürün yazıları her öğrencinin görebileceği şekilde hazırlanmıştır. Kavram karikatürü uygulamasında kullanılan grup çalışma yaprakları ayrıntılı bir şekilde tanıtılmıştır.

Her bir derste yukarıda tanıtılan bir açık uçlu soru dağıtılarak, onunla alakalı kavram karikatürü çalışması yapılmıştır. Dersteki etkinliklerin uygulama süreleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2. Kavram karikatürü uygulamasındaki etkinliklerin uygulama süreleri

ETKİNLİKLER	SÜRE
1. Kavram Karikatürü Uygulaması	1 Ders Saati
2. Kavram Karikatürü Uygulaması	1 Ders Saati
3.Kavram Karikatürü Uygulaması	1 Ders Saati
4. Kavram Karikatürü Uygulaması	1 Ders Saati
5.Kavram Karikatürü Uygulaması	1 Ders Saati

Kavram karikatürü uygulamasında kullanılan grup çalışma yaprakları aşağıda ayrıntılı bir şekilde tanıtılmıştır.

3.3.3.1. Birinci Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yapağı

Birinci kavram karikatürü uygulamasında öğrencilerin üssün negatif ve pozitif olduğunda karikatürde sunulan görüşleri çözümlemeleri amaçlanmıştır. Bu kavram karikatüründe 3 yanlış cevap, 1 doğru cevap mevcuttur. Yanlış cevaplarda, öğrencilerin kendi yaşadıkları zorlukları / yanlışları görmeleri ve bunları eleştirel bir bakış açısıyla ele almaları amaçlanmıştır. Bu soru üslü ifadenin çarpma durumunda tabanlar aynı iken üslerin toplanması durumunu da ölçmektedir. Ayrıca verilen dört işlemde öncelik sırasının parantez içinde olmasına dikkat etmeleri istenmiştir. Görüşlerine başvuru olan öğretmenlerin düşüncelerinden yola çıkarak kavram yanlışları belirlenmiştir. Öğrencilerin genel olarak yaptıkları hatalardan birisi üslü ifadelerde, taban ile üssün çarpılması şeklindedir. Bu soru yukarıda belirtilen gerekçelerden dolayı öğrencilerde mevcut olan yanlış ve yaşanan zorluğa çözüm bulabilmek için hazırlanmıştır. Üslerin

birinin negatif seçilmesi ise öğrencilerin negatif ve pozitif üs arasındaki farkı görebilmelerini sağlamak içindir. Birinci kavram karikatürü uygulamasında 4 adet düşünce yer almaktadır. Karikatürdeki karakterlere verilen isimler takma isimlerdir. Karikatürde yer alan Kaan'ın ifadesinde: “Üslü ifadelerde üst sayı ile çarpılır. Yani $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$, $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24 olur” şeklindedir. Bu ifade hatalı çözümdür. Bu ifadede üslü ifade hesaplanırken üs ile taban çarpılmıştır. Bu şekilde çözülmesinin nedeni öğrencilerin kendi hatalı çözümlerini karikatürde görerek, doğruya gitmesini sağlamaktır.

Karikatürde yer alan Eren'in ifadesinde: “Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır, (-) başa yazılır. Buradan; $4 \times 4 + (-2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$ ” şeklindedir. Bu ifadede verilen çözüm şekli de doğru değildir. Bu baloncukta verilen 4 sayısının 2. kuvveti doğru olarak hesaplanmıştır. Parantez içinde verilen üs alma işleminde negatif üste hata yapılmıştır. Negatif olan üslü ifadedeki (-) işaretinin başa yazılmasından dolayı sonuç yanlış olarak çıkmıştır.

Karikatürde yer alan Elif'in ifadesinde: “Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $(4 \times 4) + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$ ” olması gerekir.” şeklindedir ve çözüm yolu doğrudur. İlk üslü ifade doğru olarak verilmiştir. Baloncukta yer verilen 4 sayısının karesi doğru olarak çözülmüştür. Ayrıca üslü ifadelerin çarpılmasında tabanlar aynı iken üslerin toplanması kuralı doğru olarak uygulanmıştır.

Karikatürde yer alan Ahmet'in ifadesinde: “Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $(4 \times 4) + 2^{-8} = 16 - \frac{1}{256}$ olur.” şeklindedir ve çözüm yolu hatalıdır. Bu baloncukta üslü ifadelerin çarpılmasında tabanlar aynı iken üslerin toplanması kuralı, çarpma olarak verilmiştir. Öğrencilere uygulanan 1. kavram karikatürü uygulamasının grup çalışma yaprağı Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Birinci kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

Üslü sayılarda üst sayı
ile çarpılır. Yani
 $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$,
 $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24
olur.

Üst negatif ise sayı
üs kadar çarpılır
- başa yazılır.
Buradan
 $4 \times 4 + (-2 \times 2) \times$
 $(2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$



Kaan



Eren

$$4^2 + (2^{-2} \times 2^4) = ?$$

Bence öyle değil tabanlar
aynı ise üstler toplanır.
 $(4 \times 4) + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$
olması gerekir.

Hayır, yanlış
yapıyorsunuz.
Tabanlar aynı ise
üstler çarpılır. Yani
 $(4 \times 4) + 2^{-8} = 16 - 1/256$
olur.



Elif



Ahmet

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kaan

Eren

Elif

Ahmet

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Kaan: Üslü ifadelerde üst sayı ile çarpılır. Yani $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$, $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24 olur		
Eren: Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır – başa yazılır. Buradan; $4 \times 4 + (-2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$		
Elif: Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $(4 \times 4) + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$ olması gerekir.		
Ahmet: Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $(4 \times 4) + 2^{-8} = 16 - 1/256$ olur.		

3.3.3.2. İkinci Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı

İkinci kavram karikatürü köklü ifadeler ve özellikleri ile üslü ifadeler ve özellikleri arasındaki ilişkilerle ilgilidir. Kavram karikatüründeki üç cevaptan ikisi yanlış, birisi ise doğru olarak verilmiştir. Kavram karikatüründeki hatalı çözümler, öğrencilerin sıklıkla yaptığı hatalı çözümlerdir. Kavram karikatürü ile öğrencilerin yapmış oldukları hatalı çözümleri fark etmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerde karşılaşılan hatalı çözümlerden ve yaşanan zorlukların biriside kökün derecesi yazılmadığında derecenin iki olduğunun fark edememeleridir. Soruda verilen ikinci köklü ifadede öğrencilerin kökün derecesinin iki olduğunu anlayabilmeleri hedeflenmektedir.

Kavram karikatüründe yer alan Elif'in "Kökün derecesini çarpım olarak içerdeki üssün yanına yazarız. 3^6 ve 4^6 olur. Ama yanındaki üslü ifadeyi çıkaramayız." şeklindeki çözümü hatalıdır. Burada kökün derecesinin, kök içindeki ifadenin üssü ile çarpılması anlatılmaktadır. İkinci ifadede yer alan köklü kısımda derecenin iki olması gerektiği ve kök dışına 5 olarak çıkabilmesine yer verilmemiştir. Bu durum öğrencilerin karşılaştığı / yaşadığı zorluklardan biridir.

İkinci kavram karikatürü uygulamasında yer alan Muzaffer'in "Önce kökün içini çözerim... Üçün karesini alırım dokuz, dördün karesi on altı olur ve toplamları yirmi beş olur. Kök dışına çıkmaz. Diğer terim de beş olarak çıkar ve $\sqrt[3]{25} + 5$ olur." ifadesi doğru çözüm yolu doğrudur. Öğrencilerin kökün derecesini fark etmeleri amaçlanmıştır.

Bu karikatürde yer alan Fatih'in "Kökün derecesi üç olmaz ki, iki olması gerekmiyor muydu? Köklü ifadeyi nasıl üslü ifadeye benzetmeliyim ki çıkarma işlemi yapabileyim. Soru hatalı bence..." şeklindeki çözümü hatalıdır. Burada öğrencilerin yaşadığı önemli zorluklardan biri olan kök derecesidir. Derece 3 olarak verilmişken baloncukta 2 olarak düşünülmüştür. Ayrıca köklü ifadenin üslü ifadeye dönüştürülmesi bilgisi eksik olarak belirtilmiştir.

Üslü ve köklü ifadeler okul matematiğinde önemi büyük olan iki konudur. Oluşturulan bu kavram karikatürü bu önemli iki konu hakkındaki bilgilerin bir arada incelenmesine fırsat sunmaktadır. Bundan dolayı büyük bir öneme sahiptir. İkinci kavram karikatürüne ait grup çalışma yaprağı Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. İkinci kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı

Grubun Adı:

Grubtaki Öğrenciler

Kökün derecesini çarpım olarak içerdeki üssün yanına yazarız. 3^6 ve 4^6 olur. Ama yanında ki üslü ifadeyi çıkaramayız.

Önce kökün içini çözerim... Üçün karesini alırım dokuz dördün karesi on altı ve toplamları yirmi beş olur. Kök dışına çıkmaz. Çünkü derecesi üçtür. Diğer de beş olarak çıkar.

$$\sqrt[3]{25} + 5 \text{ olur.}$$

Kökün derecesi üç olmaz ki, iki olması gerekmiyor muydu? Köklü ifadeyi nasıl üslü ifadeye benzetmeliyim çıkarma işlemi yapabileyim. Soru hatalı bence...

Elif

Muzaffer

Fatih

$$\sqrt[3]{(3^2 + 4^2)} + \sqrt{5^2} = ?$$

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Elif

Muzaffer

Fatih

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Elif: Kökün derecesini çarpım olarak içerdeki üssün yanına yazarız. 3^6 ve 4^6 olur. Ama yanında ki üslü ifadeyi çıkaramayız.		
Muzaffer: Önce kökün içini çözerim... Üçün karesini alırım dokuz, dördün karesi on altı olur ve toplamları yirmi beş olur. Kök dışına çıkmaz. Diğer terim de beş olarak çıkar ve $\sqrt[3]{25} + 5$ olur.		
Fatih: Kökün derecesi üç olmaz ki, iki olması gerekmiyor muydu? Köklü ifadeyi nasıl üslü ifadeye benzetmeliyim ki çıkarma işlemi yapabileyim. Soru hatalı bence...		

3.3.3.3. Üçüncü Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı

Üçüncü kavram karikatürü üslü ifadelerde kuvvet alma özelliği ile ilgilidir. Bu karikatürde üslerden biri 0 olarak seçilmiştir. Bu kavram karikatüründe öğrencilerin üslü ifadelerde kuvvet alma özelliğini yorumlamaları istenmiştir. Kavram karikatürlerinde verilen baloncuklardan “Mehmet” sıfırın yutan eleman olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin bir sayının 0. kuvvetini alma hususundaki soruyla karşılaşmaları halinde öğrencilerin ne tür yaklaşımlar benimseyeceklerini gözlemlemek amacıyla bu kavram karikatürü oluşturulmuştur. Görüşüne başvuru alan öğretmenlerin yaptıkları yorumlardan hareket edilerek; verilen bir sayının üssünü alabilme, sıfır kuvvet olarak yazıldığında sonucun bir olabileceğini öğrencilerin kavrayabilmesi amaçlanmıştır. Bu kavram karikatürü farklı konularda da ele alınarak genişletilebilir. Bu çalışmada söz konusu kavram karikatürünün veri toplama aracı olarak seçilmesinin temel nedeni, içerdiği sorunun diğer soru tiplerine göre daha “basit” bir içeriğe sahip olması fakat ayrıntılı inceleme ve yorumlama gerektirmesidir. Uygulama da kullanılan sorunun ilk teriminde öğrencilerin sayının sıfırinci kuvvetini alırken ki davranışları gözlenmek istenmiştir.

Kavram karikatürü uygulamasında yer alan Mehmet’in ifadesi “Sıfır yutan eleman demişti öğretmen, $5^0 = 0$ olur. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur. $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani sonuç: $0+4+8 = 12$ olur.” şeklindedir. Bu baloncukta yer alan ifade öğrencilerin düştüğü önemli yanlışlardan biridir. Öğrencilerin bir kısmı üslü ifade hesaplamalarında taban ile üssü çarpmaktadır. Esra’nın ifadesi “Bence şöyle olmalı, sayıların sıfırinci kuvvetleri 1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$ toplarsak, $1+4+16 = 21$ olur.” şeklindedir ve bu çözüm yolu doğrudur. Öğrencilerin diğer hatalı çözümlerle karşılaştırma yaparak doğruyu görmeleri amaçlanmıştır.

Bu kavram karikatürünün seçilmesindeki diğer bir amaç da öğrencilerin verilen kavram karikatüründe ortaya atılan fikirlerden doğru olanlarının neden doğru olduğunu anlayabilmelerini sağlamaktır. Üçüncü kavram karikatürüne ait grup çalışma yaprağı Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5. Üçüncü kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

Sıfır yutan eleman
demişti öğretmen,
 $5^0 = 0$ olur.
 $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur.
 $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani
sonuç: $0+4+8 = 12$ olur.



Mehmet

$$(5^0 + 2^2 + 2^4) = ?$$

Bence şöyle olmalı,
sayıların sıfırcı kuvvetleri
1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$
toplarsak, $1+4+16 = 21$
olur.



Esra

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Mehmet

Esra

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Mehmet:</p> <p>Sıfır yutan eleman demişti öğretmen, $5^0 = 0$ olur. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur. $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani sonuç: $0+4+8 = 12$ olur.</p>		
<p>Esra:</p> <p>Bence şöyle olmalı, sayıların sıfırcı kuvvetleri 1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$ toplarsak, $1+4+16 = 21$ olur.</p>		

3.3.3.4. Dördüncü Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı

Dördüncü kavram karikatürü uygulaması köklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgilidir. Bu karikatür uygulamasında köklü ifade ile ilgili sorunun seçilmesindeki amaç öğrencilerin köklü ifadelerde çarpma işlemi yaparken kök kısmını etkisiz olarak düşünmelerindeki yaşadığı zorluklara çözüm getirebilmek ve öğrencilerin yorumları gözlenmek istenmiştir. Söz konusu soruda kök kısımlarının aynı seçilmesinin temel amacı, çarpıldığında kök kısımlarının ortadan kalktığını görebilmeyi sağlamaktır. Ayrıca öğrencilerin köklü ifadelerle çarpma işlemiyle karşılaştıklarında ne tür yaklaşımlar benimseyeceklerini görebilmek amacıyla oluşturulmuştur. Söz konusu bu kavram karikatüründeki baloncuklarda hatalı çözümler mevcuttur. Uygulama sürecinde öğrencilerin bu kavram yanlışlarını fark edebilmeleri sağlanmak istenmiştir. Dördüncü kavram karikatürü uygulaması sırasında araştırmacı aynı zamanda rehber ve gözlemci rolündedir. Araştırmacı, öğrencilerin önceki karikatür uygulamalarında edindikleri bilgileri dördüncü kavram karikatürüyle bağdaştırmalarını amaçlamaktadır. Kerim'in " $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ olur. Sadece kök dışındaki sayılar çarpılır." şeklindeki ifadesinde hatalar mevcuttur. Kök kısımlarının çarpımı yapılmamıştır. Pınar'ın baloncuğunda doğru çözüm olan " $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$, $\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48 buldum." ifadesi mevcuttur.

Veli'nin ise bir başka hatalı çözüm bulunan " $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = \sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$ hepsi kök içinde çarpılır." ifadesi yer almaktadır. Kavram karikatürünün öğrencilerdeki kareköklü ifadelerin çarpımındaki kavram yanlışlarına olan etkisinin araştırılması ve iyileştirilmesi amacıyla bu türde soru yazılmıştır. Öğrencilere uygulanan dördüncü karikatür uygulamasına ait grup çalışma yaprağı Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: Dördüncü kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$
olur. Sadece kök
dışındaki sayılar çarpılır.



Kerim

$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$
 $\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48
buldum.

$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} =$
 $\sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$
Hepsi kök içinde
çarpılır.



Pınar



Veli

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kerim

Pınar

Veli

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Kerim: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ olur. Sadece kök dışındaki sayılar çarpılır.		
Pınar: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$ $\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48 buldum.		
Veli: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = \sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$ Hepsi kök içinde çarpılır.		

3.3.3.5. Beşinci Kavram Karikatürü Uygulamasına Ait Grup Çalışma Yaprağı

Kavram karikatürleri uygulamasının sonucusudur. 5. kavram karikatürü uygulamasında yer alan soru, 2. kavram karikatürü uygulamasındaki soru ile benzer olarak oluşturulmuştur. Buradaki temel amaç öğrencilerin derecelerin farkına varabilmesidir. İkinci kavram karikatüründe derece üç olarak seçilirken bu kavram karikatürünün uygulandığı soruda derece iki olarak seçilmiştir. Öğrencilerin kökün derecesi yazılmadığında derecenin 2 olacağına karar vermeleri gözlemlenmek istenmiştir. Söz konusu bu soru üslü ve köklü ifadeler konusunun bir arada bulunduğu önemli bir sorudur. Öğrencilere bu iki temel konuyu bir arada sunmaktadır. Araştırmanın son kavram karikatürü uygulaması olan, bu uygulamada baloncuklarda iki hatalı çözüm, bir doğru çözüm mevcuttur. Baloncuklarda yer alan ifadeler aşağıda sunulmuştur. Veli'nin: "Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur." ifadesi yanlış çözümdür. Araştırmacının amacı öğrencilerin bu hatalı çözümü fark etmeleridir. Karikatürde yer alan Can'a ait açıklama: "Hayır, kökün içindeki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur." şeklindedir. Can'ın baloncuğunda yer alan ifade de yanlıştır. Öğrencilerin bu soru için yapabilecekleri hataları görmesi için bu şekilde hazırlanmıştır. Aysun'un baloncuğunda yer alan "Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap: $5 + 5 = 10$ olur." ifadesi doğru çözümdür. Öğrencilere uygulanan son karikatür uygulamasının grup çalışma kâğıdı Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Beşinci kavram karikatürü uygulamasına ait grup çalışma yaprağı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

Beşinci Kavram Karikatürüne Ait Çalışma Yaprağı

Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur.

Hayır, kökün içindeki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur.

Veli



$$\sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} =$$



Can



Aysun

Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap: $5 + 5 = 10$ olur.

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Veli

Can

Aysun

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Veli: Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur.		
Can: Hayır, kökün içindeki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur.		
Aysun: Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap: $5 + 5 = 10$ olur.		

3.3.4. Öğrencilerle Yapılan Mülakatlar

Kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamları ile ilgili uygulamalardan sonra sınıftan rastgele seçilen 5 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Seçilen bu 5 öğrenci ile sırayla görüşme gerçekleştirilmiştir. Birinci öğrencinin görüşmesi bittikten sonra ikinci öğrenciye geçilmiştir. Bu şekilde devam etmiştir. Öğrencilere aşağıdaki açık uçlu sorular yöneltilmiştir.

- *“Karikatür çalışması sana neler kazandırdı?”*

Yukarıda verilen açık uçlu soru seçilen öğrencilere yöneltilmiştir. Söz konusu bu soru ile öğrencilerin kavram karikatürü çalışmasındaki tutumları, davranışları, bakış açıları, hissettikleri gözlenmek/ araştırılmak istenmiştir.

- *“Ders başında dağıtılan açık uçlu sorulardan oluşan test kâğıtlarında hata yapmış mıydın?”*

Yukarıda verilen açık uçlu soru seçilen öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorunun seçilmesindeki temel düşünce, öğrencilerin başlangıçtaki durumlarıyla kavram karikatürü uygulaması sonundaki durumlarını karşılaştırmaları istenmiştir. Kendi öz eleştirilerini yapmaları amaçlanmıştır. Ders başında dağıtılan açık uçlu testte yapılan hatalar, kavram karikatürü uygulaması ile iyileşme göstermiş midir? Kavram karikatürünün sürece olan katkıları gözlenmek amacıyla bu mülakat sorusu oluşturulmuştur.

- *“Matematiğe karşı bu uygulamadan önce neler hissediyordun? Şimdi neler hissediyorsun? Ne gibi değişiklikler oldu? Değişti mi düşüncelerin?”*

Seçilen yukarıdaki mülakat sorusu ile matematik dersine olan tutumların incelenmesi amaçlanmıştır. Böylece kavram karikatürü çalışmasının, öğrencilerde matematik sevgisi kazandırabilme etkisi de araştırılmaya çalışılmıştır. Öğrencide matematik dersine karşı korku ve ön yargı mevcut ise bu uygulamadan sonra nasıl bir iyileşme olduğu görülmek istenmiştir.

- *“Üslü ve köklü ifadeler konularını öğrendin mi?”*

Yukarıda verilen soru ile öğrencinin kendini değerlendirmesi istenmiştir. Üslü ve köklü ifadeler konularında zorluk ve yanlışlığı yaşayan öğrencilerin bu uygulama ile konuyu kavrayıp, kavrayamadığı, hangi derecede faydalı olduğu ölçülmek istenmiştir.

Yukarıda sunulan sorular ve gerekçeleri seçilen beş öğrenciye mülakat sırasında yöneltilmiştir. Öğrencilerin derse olan ilgilerinin ve başarılarının artması, orta ve düşük

seviyeli öğrencilerin başarılarında belirgin bir fark olması, öğrencilerle yapılan mülakatlardan anlaşılabilir (Demircioğlu ve diğ., 2004).

3.3.5 Öğretmenin Gözlemleri

Çalışmada kavram karikatürü uygulaması öncesinde öğretmen öğrencilere uygulanan ön bilgi testi ile öğrencilerin yaşadıkları zorlukları gözlemlemiştir. Uygulama sırasında araştırmacı tarafından yapılan gözlem ile öğrencilerin çalışma yapraklarına yönelik olarak tepkilerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Öğrenciler çalışma yapraklarını doldururken araştırmacı (aynı zamanda sınıfın öğretmeni) öğrencilere rehberlik etmiştir ve ortamı gözlemlemiştir. Öğretmen, öğrencilerin dağıtılan soru kağıtlarını çözerken birbirlerine soru sorduklarını fark etmiştir. Kavram karikatürü uygulaması sırasında öğretmen gruplardaki öğrencilerden sessiz kalanları uygulamaya katmaya çalışmıştır. Bazı gruplarda öğrencilerin grup çalışma kağıtlarını dikkatli bir şekilde ayrıntılı doldurduklarını bazı grupların ise kısa cevaplar yazdıklarını gözlemlemiştir. Öğretmen uygulama sırasında kısa cevap yazan grup başkanlarını daha detaylı çözümlenmeleri için uyarmıştır.

3.4. Araştırmanın Uygulanması

Bu çalışmada ilk olarak üslû ve köklü ifadeler konularında yaşanan yanlışlar/zorluklarla ilgili öğretmen görüşleri belirlenmiştir. İki açık uçlu sorudan oluşan görüş formunu tüm öğretmenler yazılı olarak cevaplamışlardır. Yazdıklarını taratarak maille göndermişlerdir. Öğretmenlerden Amasya'da olana ise form elden teslim edilmiş, görüşlerini yazdıktan sonra formda belirttiği düşünceleri ile ilgili kendisi ile görüşme yapılmıştır. İlgili literatür ve öğretmen görüşlerinden hareketle bu yanlışlı noktaları içeren beş adet soru oluşturulmuştur. Öğrencilere yöneltilen bu beş adet soru ile öğrencilerin ön bilgileri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu beş adet soruyu kapsayan beş durum çerçevesinde beş adet karikatür oluşturulmuştur. Öğrenciler gruplara ayrılmıştır ve her karikatür için bir ders ayrılmıştır. Kavram karikatürleri ile oluşturulan grup çalışma yaprakları hem öğrencilere dağıtılmış hem de uygulama sırasında tahtadan yansıtılmıştır.

Bu çalışmada öğretmen araştırmacı rolündedir. Araştırmacı aynı zamanda sınıfın öğretmenidir ve kavram karikatürü uygulaması sırasında soru soran öğrencilere yardımcı, yol gösterici rolündedir. Öğrencilerin anlamadıkları yerleri uygulama sırasında

açıklamıştır. Sınıf ortamında aktif olmayan öğrencileri uygulamaya katılması için teşvik etmiştir. Araştırmacı aynı zamanda sınıfın öğretmeni olduğu için öğrenci grubunu iyi tanımaktadır. Öğrencilerin eksiklerinin farkındadır. Ayrıca öğretmen ders başında dağıtılan açık uçlu sorular uygulanırken ve kavram karikatürü uygulaması sırasında sınıfı gözlemlemiştir ve gerekli yerlerde notlar almıştır.

Bu çalışmada Dabell'in (2008) önerileri göz önünde bulundurularak karikatür uygulaması sırasında tartışma ortamı oluşturulmuştur. Sınıftaki tüm öğrencilerin uygulamaya katılması sağlanmıştır. Öğretmen, öğrencilerinin üslû ve köklü ifadelerdeki hatalı düşüncelerinin nasıl değişebileceği üzerinde düşünerek öğrencilerine yol gösterici olmuştur. Öğrencilerin uygulama sırasında düşüncelerini rahatça ifade edebilmeleri için gerekli ortam sağlanmıştır. Karikatürde yer alan ifadeler çelişkili ifadelerdir. Öğrencilerin bu ifadeler üzerinde düşünmeleri sağlanmıştır. Kavram karikatürü uygulaması sırasında karikatürde yer alan baloncuklardaki ifadeleri düşünmeleri için öğrencilere gerekli süre verilmiştir. Son aşamada ise seçilen 5 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Kavram karikatürü uygulamasının öğrenciler üzerindeki etkilerini gözlemleyebilmek için uzman görüşü ile belirlenen temel sorularla öğrencilerin görüşleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu şekilde her bir karikatür için bir ders olmak üzere toplam beş ders işlenmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Nitel araştırmada veri analizi esneklik, çeşitlilik ve yaratıcılık anlamına gelir. Her nitel araştırma farklı birtakım özellikler içerir ve veri analizinde yeni yaklaşımları gerektirir. Bu nedenlerden ötürü araştırmacı gerek araştırmanın gerekse toplanan verilerin özelliklerinden hareketle veri analiz yöntemlerini gözden geçirerek, kendi araştırması için bir veri analiz planı geliştirmesi beklenir (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Miles ve Huberman (1994) veri analiz sürecini üç bölümde incelemektedir: “verinin işlenmesi” (data reduction), “verinin görsel hale getirilmesi” (data display) ve “sonuç çıkarma ve teyit etme” (drawing conclusion and verification). Miles ve Huberman'a göre verinin görsel hale getirilmesi, ortaya çıkan bulguların birbiriyle ilişkilendirilmesi ve bu ilişkilerden yola çıkarak bazı sonuçlara ulaşılması yönünden büyük önem taşır. Son aşamada ise, ortaya çıkan kavramlar, ilişkiler ve temalar yorumlanır, karşılaştırılır ve teyit edilir. Bu şekilde, araştırma sonuçlarının anlamlandırılması ve geçerliliğinin sağlanması mümkün olmaktadır. Bu araştırmada elde

edilen görüşme, gözlem ve doküman verileri yukarıda belirtilen veri analiz sürecine uygun olarak işlenmiştir.

Uygulama sırasında öğrencilerin tepkileri ve görüşmelerden elde edilen veriler birbirini desteklemektedir. Mülakatların analizinde farklı yaklaşımlar ortaya konulmaktadır. Bu yaklaşımlardan basit ve uygulanabilir olanları betimsel analiz ve içerik analizidir. Bu iki yaklaşım birbirinden çok farklı değildir (Çepni, 2007). Betimsel analizde, verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenmesi, yorumlanması ve görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir biçimde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara yer verilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Betimsel analizde; fark edilmeyen kavram ve temaları ortaya çıkarmak, verileri daha derin bir işleme tabi tutmak için içerik analizi de kullanılmıştır (Çepni, 2011; Ekiz, 2013).

Bu araştırmada gözlemlerin analizinde betimsel analiz yaklaşımı kullanılmıştır. Ders sırasında araştırmacının tuttuğu gözlem notları, metin haline getirilmiş ve bulgular bölümünde yaşanan deneyimleri resmeden ilgili kısımlara yer verilmiştir. Uygulama sonrası seçilen beş öğrenciye takma isimler verilmiştir. Ders sırasında kullanılan bireysel ve grup kağıtları ise içerik analizi yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Bireysel kağıtlardaki cevaplar doğru, yanlış cevap verenler ve boş bırakanlar şeklinde gruplandırılmıştır ve kavram yanlışları ile ilgili çıkarımlarda bulunulmuştur. Mülakattan alınan verilerin analizinde katılımcıların mülakat süresince söylediklerinin tamamının alınmaması, bunun yerine elde edilen verilerin sadeleştirilmesi önerilmektedir (Alev, 2007; Cohen, vd., 2007). Benzer şekilde başka bir çalışmada mülakatların analizi sırasında öğrencilerin ifadelerinin aynen alınması yerine, araştırmacının kendi ifadelerini çıkartarak elde edilen verilerin sadeleştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Çepni, 2007). Bu yeni ifadeler ile heyecan ve duyguların gösterimi olan bazı ifadelerin ve duraksamaların çıkartılması sonucunda daha sade veriler elde edilmiş olur. Araştırmada kavram karikatürleri uygulaması öncesinde görüşüne başvurulmuş öğretmenlerin görüşleri dikkatlice incelenerek veriler sadeleştirilmiştir. Özetlenen verilere bulgular bölümünde yer verilmiştir. Kavram karikatürleri uygulaması sırasında grup içinde meydana gelen tartışmalar araştırmacı tarafından not alınmıştır. Not alınan bu veriler sadeleştirilerek ve düzenlenerek bulgular bölümünde belirtilmiştir. Bu çalışmada uygulama sonrası öğrencilerle yapılan mülakatların dökümünden elde edilen yazılı dokümanlar tekrar tekrar okunarak araştırmanın amacı kapsamı dışında kalan veriler çıkartılmış ve veriler sadeleştirilmiştir. Öğrenci görüşlerinden önemli alıntılara bulgular bölümünde “Kavram

Karikatürlerinin Kullanıldığı Öğrenme Ortamı ile İlgili Öğrenci Görüşleri” kısmında yer verilmiştir.

3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenilirliği

Veri toplamada ve analizinde birçok metodun kullanılması yoluyla bir araştırmada hem güvenilirlik ve hem de geçerlilik kavramları ortaya çıkmaktadır (Çepni, 2009). Bu çalışmada veri toplama araçları olarak öğretmenlere uygulanan görüş formu ve mülakatlar, öğrencilere uygulanan ön bilgi testi, karikatürle ilgili yöneltilen açık uçlu sorular, gözlemler, grupların doldurdukları çalışma kağıtları kullanılmıştır. Ayrıca uygulama sonrası seçilen öğrencilerle mülakat yapılmıştır. Veri toplama araçlarının tasarımında matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinin görüşlerine başvurulmuştur. Ayrıca bu çalışmada veri toplama araçlarının birden fazla olması geçerliliği ve güvenilirliği artırmaktadır.

Genel anlamda “geçerlilik” kavramı araştırma sonuçlarının doğruluğunu konu edinir. Dış geçerlilik, elde edilen sonuçların benzer ortam ya da gruplara aktarılabilirliğine, iç geçerlilik ise araştırma sonuçlarına ulaşırken izlenen süreçte ki çalışılan gerçekliği ortaya çıkarmadaki yeterliliğine ilişkindir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). İç geçerliliği sağlama hususunda Miles ve Huberman (1994) çalışmasında belirlenmiş olan aşağıdaki özellikler dikkate alınmıştır (Akt: Yıldırım ve Şimşek, 2008).

- Bulgular kendi içinde anlamlılık ve tutarlılık göstermektedir.
- Çalışmada elde edilen bulgular farklı veri kaynaklarıyla desteklenmektedir.
- Elde edilen bulgular kavramsal çerçeve ve kuramla uyumluluk göstermektedir.
- Çalışmanın bulguları, verilerin elde edildiği ortama bağlı olarak değerlendirilmiştir.
- Araştırma bulgularından yola çıkarak öngörülen genelleme ve tahminler elde edilen verilerle tutarlıdır.

Nitel araştırmada iç güvenilirliği sağlama konusunda Miles ve Huberman’ın (1994) belirtmiş olduğu “gözlem yoluyla elde edilen bulguların, görüşmeler yoluyla da teyit edilmesi de bu araştırmada benimsenen yöntem ile aynı doğrultudadır. Bu çalışmada kavram karikatürü uygulaması sırasında yapılan gözlemlerden elde edilen bulgular, uygulama sonrasında seçilen öğrencilerle yapılan mülakatlarla teyit edilmiştir. Yine bu

çalışmada farklı illerde bulunan öğretmenlerle görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmeler doğrultusunda öğrencilerdeki eksiklikler belirlenmiş, kavram karikatürleri belirlenen eksikliklere göre hazırlanmıştır. Nitel araştırmada dış geçerliliği sağlama konusunda Miles ve Huberman'ın (1994) çalışmasında belirlenmiş olan aşağıdaki özellikler dikkate alınarak çalışma yapılandırılmıştır:

- Araştırmanın özellikleri ve yöntemi ayrıntılı bir şekilde ifade edilmiştir.
- Araştırmanın sonuçları, ortaya konan verilerle açık bir biçimde ilişkilendirilmiştir.

Çalışmada benimsenen araştırmacı öğretmen modelinin nasıl uygulandığı yukarıda detaylı olarak anlatılmıştır. Veri toplama sürecinin ayrıntılı olarak rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması da araştırma geçerliliğinin önemli ölçütlerinden biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmada öğretmenlere yöneltilen açık uçlu sorulardan oluşan görüş formuna yönelik geçerlilik için aşağıda belirtilen durumlar dikkate alınmıştır:

- Verilerin yorumlanmasında nesnel davranılmaya çalışılmıştır.
- Verilerin yorumlanmasında, katılımcıların görüşlerinden doğrudan alıntılar yapılmıştır.
- Veri toplama süreci ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Yine bilimsel araştırmalarda güvenilirlik; yapılmış olan bir çalışmanın başka bir çalışmada aynı şekilde tekrar edilmesinde, aynı veya benzer sonuçları vermesi ile ilişkilendirilmektedir (Demircioğlu, 2008). Bu çalışmada güvenilirliği artırmak için, araştırmacı izlediği yolları açık bir biçimde ifade etmiştir. Ayrıca çalışmasını aşama aşama, belirli bir düzen içinde sunmuş, gerektiğinde başka araştırmacıların kullanabileceği bir veri tabanı oluşturmuştur.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde araştırmanın problem ve alt problem cümlelerinde yer alan sorular için toplanan verilere dayalı olarak elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar yer almaktadır.

4.1. Öğrencilerin Üslü ve Köklü İfadelerde Yaşadıkları Zorluklarla İlgili Matematik Öğretmenlerinin Düşünceleri

Bu çalışmada üslü ve köklü ifadelerle ilgili kavram yanılgılarını ve öğrencilerin bu konularda yaşadıkları zorlukları tespit etmek için farklı illerde görev alan altı matematik öğretmenin görüşüne başvurulmuştur. Öğretmenler görüşlerini kendilerine yazılı olarak sunulan görüş formu aracılığıyla belirtmişlerdir. Bu görüş formunda “üslü ve köklü ifadeler konusunda öğrencilerinizin yaşadıkları zorluklardan/yanılgılardan örnekler verebilir misiniz?” ve “bu zorlukların nedenleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?” şeklinde iki açık uçlu soru yer almıştır. Amasya’daki öğretmen hariç diğer öğretmenlere mail aracılığıyla gönderilen bu form, öğretmenler tarafından doldurulmuş ve bilgisayar ortamında taratılarak yine mail üzerinden araştırmacıya geri gönderilmiştir. Amasya’daki öğretmene ise form elden teslim edilmiş, görüşlerini yazdıktan sonra formda belirttiği düşünceleri ile ilgili kendisi ile görüşme yapılmıştır. Aşağıda her bir öğretmenin formda belirttiği görüşler merkeze alınarak elde edilen bulgular ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.

4.1.1. Ayşe Öğretmenin Görüşleri

Görüşlerine başvuru alan öğretmenlerden ilki, Amasya merkezde lisede görev yapan on dört yıllık bir öğretmendi. Ayşe öğretmen formda belirttiği görüşleri öğrencilerin sınav kâğıtlarından ve derslerdeki genel gözlemlerinden hareketle yazdığını belirtmiştir. Bu öğretmenin görüş formunda yaptığı açıklamalarda dikkat çektiği ilk konu “sayının sıfırıncı kuvveti” ile ilgili öğrencilerin yaşadıkları zorluk olmuştur. Aşağıdaki Şekil 8’de öğretmenin bu yönde belirttiği görüşten bir alıntı sunulmuştur.

Bazı öğrenciler sayıların sıfırıncı kuvvetinin sıfır olduğunu düşünmektedir.

$$\text{ÖR : } 6^0 = 0$$

Şekil 8. Ayşe öğretmenin sıfırıncı kuvvetle ilgili verdiği örnek

Yukarıdaki alıntıda yansıdığı gibi, Ayşe öğretmen öğrencilerden bir kısmının sayının sıfırıncı kuvvetini hesaplarken sonucu sıfır olarak bulduğunu ifade etmiştir. Formu doldurduktan sonra kendisi ile yapılan görüşmede ise, öğrencilerdeki bu zorluğun sıfırın yutan eleman olarak değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkmış olabileceğini belirtmiştir.

Ayşe öğretmen, öğrencilerin düşünme şekilleri ile ilgili görüş formunda yaptığı açıklamalarda, üslü ifadelerin hesaplanması ile ilgili yaşanan başka bir zorluğu ise aşağıdaki gibi örneklendirmiştir.

$2^2 = 4$ olduğundan öğrenci $2 \times 2 = 4$ olarak düşünmekte ve $2^3 = 6$ yazmaktadır.

Şekil 9. Ayşe öğretmenin üssün çarpım olarak görülmesine ilişkin verdiği örnek

Yukarıdaki ifadede de görüldüğü gibi, Ayşe öğretmen öğrencilerin üslü ifadelerde hesaplama yaparken üsteki sayıyı tabanın yanına yazarak çarpma işlemi yaptıklarını ve böylece yanlış sonuca ulaştıklarını belirtmiştir. Ayrıca öğretmen bu türdeki hatanın kaynağını, $2^2=4$ olmasından hareketle öğrencilerin hatalı genelleme yapmalarına bağlamıştır.

Yine Ayşe öğretmen köklü ifadelerde çarpma işlemi yaparken/yaptırırken öğrencilerde karşılaştığı en sık hatalardan biri olarak Şekil 10'daki somut örneği sunmuştur:

$$\sqrt[2]{3} \cdot \sqrt[3]{4} = \sqrt[6]{12}$$

Köklü sayıları çarpabilmek için kök derecelerinin aynı olması gerektiğini öğrenci fark edememiş, hem kök derecelerini hem de kök içindeki sayıları çarpmıştır.

Şekil 10. Ayşe öğretmenin köklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili verdiği örnek

Öğretmenin sunduğu bu örnek, iki köklü ifadenin çarpımını hesaplarırken kökün derecesini de çarpan öğrencilerin yaptıkları hatayı göstermektedir. Yine öğretmenle yapılan görüşmede Ayşe öğretmen, yukarıdaki yazılı fikriyle bağdaşır şekilde yapılan hatanın kaynağını öğrencinin kuralı hatırlayamamasına bağlamıştır.

4.1.2. Mehmet Öğretmenin Görüşleri

Görüşlerine başvurulanan Mehmet öğretmen Sivas merkezde lisede görev yapan dokuz yıllık öğretmendi. Mehmet Öğretmen görüşlerini forma yazarak tarayıcıdan geçirmiş ve araştırmacıya e-mail yoluyla göndermiştir. Öğrencilerin hatalar yapmasının nedenini, işlenen konuların tekrar edilmemesine bağlayan Mehmet öğretmenin formda ifade ettiği diğer görüşler analiz edilmiş ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Mehmet öğretmen köklü ifadelerde toplama işleminde yaşanan zorluklarla ilgili aşağıdaki somut örneği vermiştir.

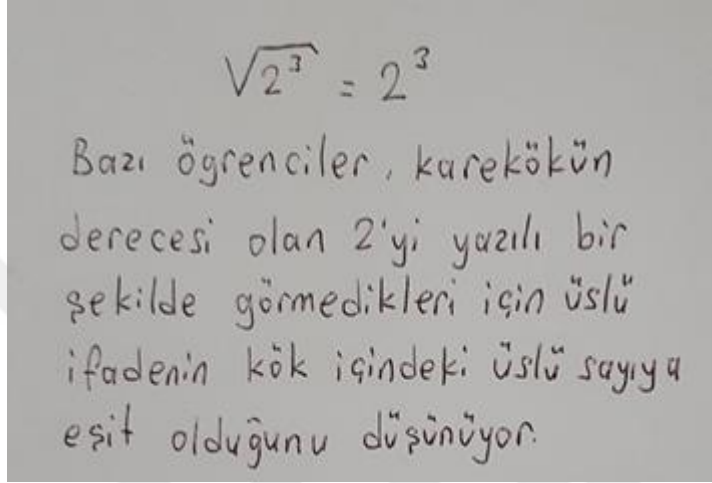
Öğrenciler,
 $\sqrt{2} + \sqrt{3}$ ifadesinin
 $\sqrt{2+3}$ ifadesine eşit
olduğunu düşünmektedir.

Şekil 11. Mehmet öğretmenin köklü ifadelerde toplama işlemi ile ilgili verdiği örnek

Öğretmenin sunduğu bu örnek öğrencilerin köklü ifadelerde toplama işlemi yaparken kökün içindeki sayıların ayrı köklerde toplama şeklinde yazdıklarını

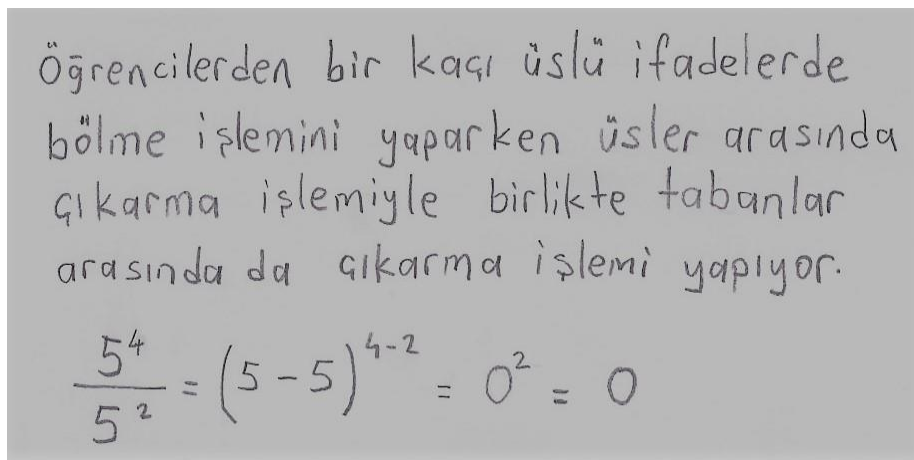
göstermektedir. Bu örnekteki hatalı çözümün nedenini Mehmet öğretmen görüş formunda öğrencilerin dersi dikkatli dinlemediklerine bağladığını ifade etmiştir.

Mehmet öğretmenin görüş formunda değindiği diğer bir hata ise köklü ifadenin derecesi belirtilmediğinde öğrencilerin bunu iki olarak düşünmemeleri ve direk kökten çıkarmaları ile ilgilidir. Mehmet öğretmen bu durum ile ilgili aşağıdaki örneği görüş formunda sunmuştur.



Şekil 12. Mehmet öğretmenin karekökün derecesi ile ilgili verdiği örnek

Mehmet öğretmen öğrencilerin yaşadığı bu zorluğun sebebini görüş formunda, dikkat eksikliğinden kaynaklandığını ifade etmiştir. Mehmet öğretmenin sıklıkla karşılaştığı diğer bir hata ise tabanları aynı üslü ifadelerde bölme işlemi yaparken, üslerin çıkarılması kuralını öğrencilerin tabanlara da uygulamakta olduğunu ifade etmiştir. Bu durumu aşağıdaki örnekle göstermiştir.

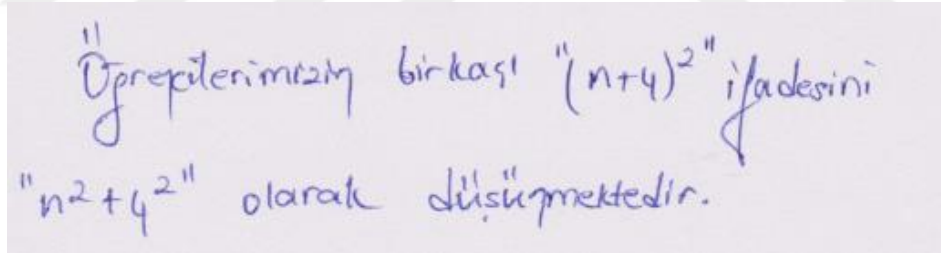


Şekil 13. Mehmet Öğretmenin üslü ifadelerde bölme işlemi ile ilgili verdiği örnek

Bu örnek, öğrencilerin tabanları aynı üslü ifadelerle bölme işlemi yaparken, üsler arasında çıkarma işlemiyle birlikte tabanlar arasında da çıkarma işlemi yapabileceklerini göstermektedir. Ayrıca Mehmet öğretmen, öğrencilerin yaşadığı bu zorluğun nedeni olarak kuralı tam olarak bilmediklerinden kaynaklandığını ve hatalı genelleme yaptıklarını belirtmiştir.

4.1.3. Ahmet Öğretmenin Görüşleri

Görüş formunu dolduran Ahmet öğretmen ise Tokat merkezde lisede görev yapan iki yıllık öğretmendi. Yine bu öğretmen de görüş formunda düşüncelerini notlar alarak tarayıcıdan geçirip e-mail yoluyla göndermiştir. Ahmet öğretmen, görüş formunda öğrencilerin yaşadıkları zorlukların nedeni olarak öğrencilerinin ödevleri zamanında yapmadıkları için konuyu pekiştiremedikleri, sonuç olarak da bu tür hatalar yaptıklarını ifade etmiştir. Ahmet öğretmen, öğrencilerinde en sık karşılaştığı hatalardan birini parantezli ifadelerin üslerini alma olarak ifade etmiştir. Bu yaşanan zorluğu aşağıdaki örnekle açıklamıştır.



Öğrencilerimiz birkaşı " $(n+4)^2$ " ifadesini " n^2+4^2 " olarak düşünmektedir.

Şekil 14. Ahmet Öğretmenin üslü ifadelerde $(a + b)$ şeklinde ki ifadelerin kuvvetini alma ile ilgili verdiği örnek

Ahmet öğretmenin sunduğu bu örnek parantez içinde birden fazla terim içeren üslü ifadelerde üssün parantezin içine doğrudan dağıtıldığını anlatmaktadır. Ahmet öğretmen görüş formunda, Şekil 14'deki örnek için öğrencinin yaşadığı bu zorluğu öğrencilerin parantezi önemsememesi, yokmuş gibi davranmalarına dayandığını ifade etmiştir. Öğretmen, diğer önemli bir hatanın ise sıfırın kuvvetleri ile ilgili olduğunu belirtmiştir.

Bazı öğrenciler sıfır kuvvetlerini bulurken sonucu kuvvete eşit olduğunu düşülmektedir.

$$0^2 = 2, \quad 0^1 = 1$$

Şekil 15. Ahmet öğretmenin sıfır tam sayısının kuvvetlerini alma ile ilgili verdiği örnek

Bu örnek sıfırın kuvvetlerini bulurken sonucu kuvvete eşit olarak yazan öğrencilerin hatalarını göstermektedir. Ahmet öğretmen öğrencilerin burada yaptığı hatayı sıfır sayısında kafalarının karışmasıyla açıklamıştır. Yine öğrencilerinin sıfırla bir sayının çarpımının sıfır olduğunu bildiklerini fakat üslü ifadenin sonucunun sıfır çıkmaması için üssü cevap olarak yazdıklarını belirtmiştir. Ahmet öğretmenin üzerinde durduğu diğer bir hata ise parantezli ifadenin üssünü alma ile ilgilidir. Bu durumu anlatmak için görüş formunda Şekil 16'daki örneği sunmuştur.

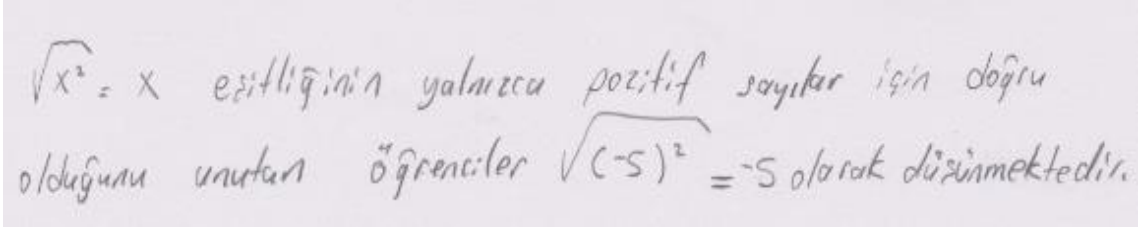
Bazı öğrenciler " $(6n)^2$ " ifadesini " $6n^2$ " ifadesine eşit olarak düşülmektedir. İfadeyi parantez dışına çıkartırken sadece bilinmeyen terimin karesini almaktadır.

Şekil 16. Ahmet öğretmenin parantezli ifadenin üssünü alma ile ilgili verdiği örnek

Bu örnek parantezli ifadenin üssünü alma ile ilgili hatayı göstermektedir. Ahmet öğretmen yine görüş formunda öğrencilerin bilinmeyen terimlerinde olduğu üslü ifadelerde üssün sadece bilinmeyene ait olduğunu düşündüklerini dile getirmiştir. Ahmet öğretmen bu hatayı öğrencilerin kuralı bilmemesinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

4.1.4. Salih Öğretmenin Görüşleri

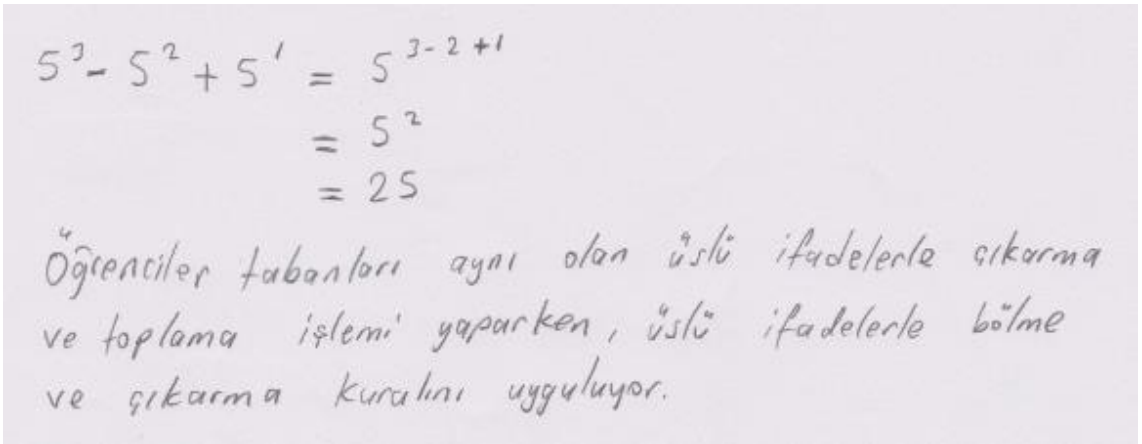
Görüşlerine başvuru Salih öğretmen Samsun merkezde lisede görev yapan on yıllık bir matematik öğretmendir. Salih öğretmen görüş formunda öğrencilerinin çoğunda aşağıda belirttiği sorunların mevcut olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerinin yeterince ders çalışmadıklarını sonuç olarak da bilgileri karıştırdıklarını, kendilerince yorumladıklarını görüş formunda belirtmiştir. Salih öğretmen çok sık karşılaştığı hatalardan biri olarak köklü ifadenin içi negatif tabanlı ve çift dereceli üsse sahip olduğunda öğrencilerinin sonucu da eksi çıkardığını belirtmiştir. Bu yaşanan zorluğu aşağıdaki örnekle sunmuştur.



$\sqrt{x^2} = x$ eşitliğinin yalnızca pozitif sayılar için doğru olduğunu unutan öğrenciler $\sqrt{(-5)^2} = -5$ olarak düşünmektedir.

Şekil 17. Salih öğretmenin karekökün içinin negatif olduğu ifadelerle ilgili verdiği örnek

Yukarıdaki örnek $\sqrt{x^2} = x$ eşitliğini öğrencilerin negatif sayılara da uygulaması ile ilgili hatayı göstermektedir. Yukarıdaki ifadede görüldüğü gibi Salih öğretmen bu hatalı çözümü kök içindeki negatif sayıları kök dışına çıkarırken üssün tek veya çift olmasına dikkat etmemelerine bağlamaktadır. Salih öğretmen öğrencilerin yaşadığı diğer bir zorluğun ise üslü ifadelerin toplanması ve çıkarılması işlemi ile ilgili olduğunu ifade etmiştir. Yaşanan bu zorluğu aşağıdaki somut örnekte belirtmiştir.



$5^3 - 5^2 + 5^1 = 5^{3-2+1}$
 $= 5^2$
 $= 25$

Öğrenciler tabanları aynı olan üslü ifadelerle çıkarma ve toplama işlemi yaparken, üslü ifadelerle bölme ve çıkarma kuralını uyguluyor.

Şekil 18. Salih öğretmenin üslü ifadelerle çıkarma ve toplama işlemi ile ilgili verdiği örnek

Salih öğretmen öğrencilerinde yaşanan bu zorluğu, tabanları aynı olan ifadelerle çıkarma ve toplama işlemi yaparken, üslü ifadelerle bölme ve çarpma kuralını uyguladıklarını ifade etmiştir. Ayrıca görüş formunda, öğrencilerinin kuralı hatalı genellemelerinden dolayı böyle bir hata yaptıklarını ifade etmiştir. Salih öğretmenin ifade ettiği diğer bir yaşanan zorluk ise üslü ifadelerde bölme işlemi ile ilgilidir. Salih öğretmen bu durumu açıklayabilmek için aşağıdaki somut örneği sunmuştur.

Öğrencilerimden bazıları bölme işlemi yaparken üsler arasında çıkarma işlemiyle birlikte tabanlar arasında da çıkarma işlemi yapıyor.

$$\frac{2^4}{2^2} = (2-2)^{4-2} = 0^2 = 0$$

Şekil 19. Salih öğretmenin üslü ifadelerde bölme işlemi ile ilgili verdiği örnek

Bu örnek tabanları aynı olan üslü ifadelerin bölünmesinde öğrencilerin üsleri birbirinden çıkarırken, tabanlarını da çıkardıklarını anlatmaktadır. Salih öğretmen verdiği örnekteki hatanın nedeni olarak kuralı yanlış anladıklarını görüş formunda ifade etmiştir.

4.1.5. Leyla Öğretmenin Görüşleri

Görüşlerine başvurulmuş Leyla öğretmen Çorum merkezde lisede görev yapan yedi yıllık öğretmendi. Bu öğretmenin görüş formunda yaptığı açıklamalarda dikkat çektiği ilk konu “köklü ifadelerde çarpma ve bölme” ile ilgili öğrencilerin yaşadıkları zorluk olmuştur. Şekil 20’de öğretmenin bu yönde belirttiği görüşten bir alıntı sunulmuştur.

Bazı öğrenciler, toplama ve çıkarma işlemlerinde kök kısmının aynı olmasından dolayı, çarpma ve bölme işlemlerini de o şekilde düzenlemektedir.

$$4\sqrt{2} \cdot 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$$
$$\frac{9\sqrt{2}}{3\sqrt{2}} = 3\sqrt{2}$$

Şekil 20. Leyla öğretmenin kareköklü ifadelerde çarpma ve bölme işlemi ile ilgili verdiği örnek

Bu örnekte kök kısımları aynı olan ifadelerle çarpma ve bölme işlemi yapma anlatılmaktadır. Leyla öğretmen görüş formunda, öğrencilerdeki bu yanlışın öğrencilerin kuralı unutmış olduklarından kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Leyla öğretmen öğrencilerin işlenen konuları tekrar etmemelerinin de bunda etkili olduğunu belirtmiştir.

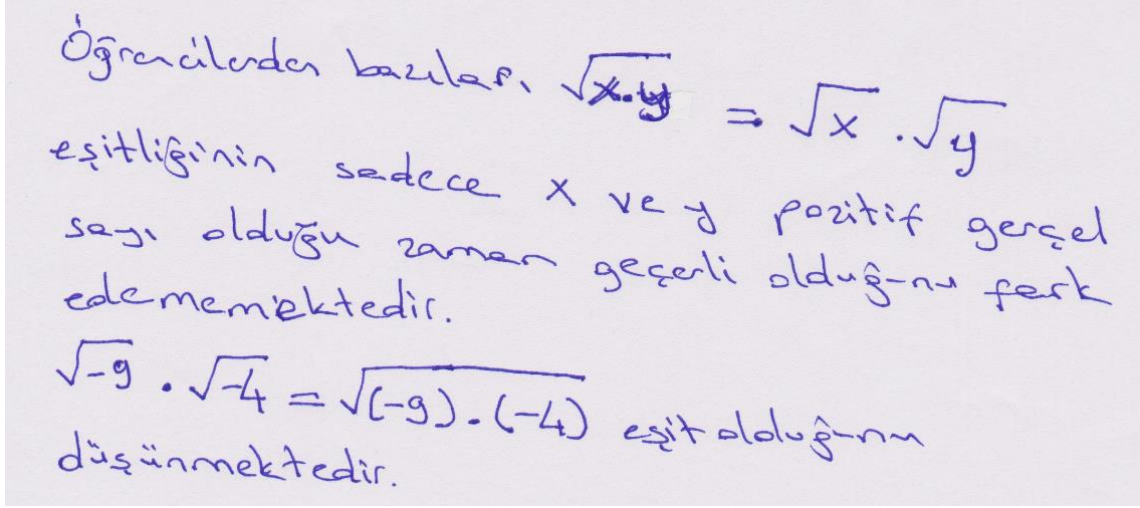
Leyla öğretmenin görüş formunda belirttiği diğer bir öğrencilerin yaşadığı zorluğu ise “denklemin köklerini bulurken negatif kökleri unutmaması” ile ilgilidir. Leyla öğretmen bu durumu aşağıdaki örnekte açıklamıştır.

Öğrencilerin bir kısmı da denklem çözerken negatif kökü unutmaktadır.

Örneğin ; $x^2 = 9$ denkleminin köklerini bulurken sadece $x = +3$ demektedir.

Şekil 21. Leyla öğretmenin üslü ifadelerde denklemin köklerini bulma ile ilgili verdiği örnek

Bu örnekte üslü ifadelerle ilgili denklemlerin çözümünde köklerin bulunmasındaki eksiklikler anlatılmaktadır. Öğretmen bu durumun öğrencilerin unutmalarından kaynaklandığını görüş formunda yazarak ifade etmiştir. Leyla öğretmen, gözlemlediği hatalardan başka bir örneği de aşağıda sunmuştur. Bu örnek x ve y pozitif gerçel sayılar için geçerli olan $\sqrt{x \cdot y} = \sqrt{x} \cdot \sqrt{y}$ eşitliği ile ilgilidir.

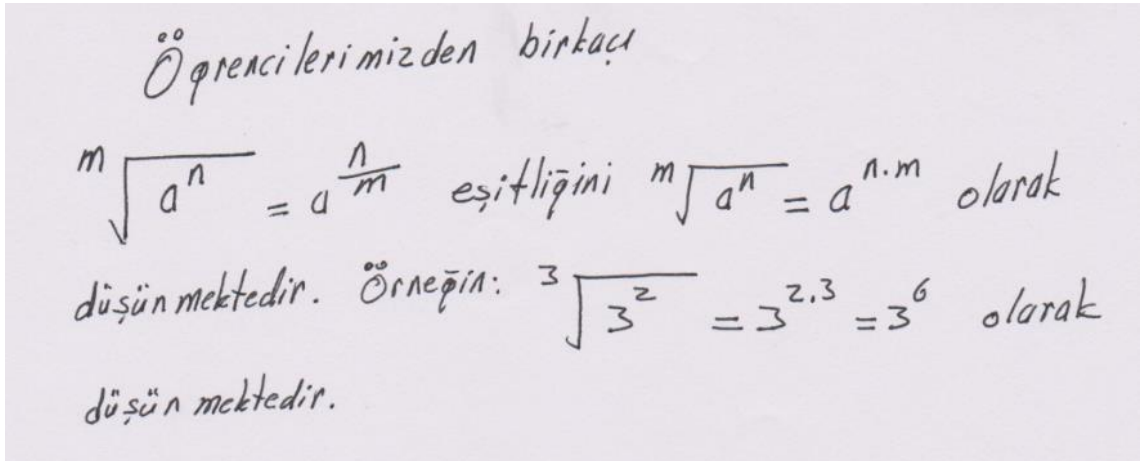


Şekil 22. Leyla öğretmenin kareköklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili verdiği özellik

Bu örnekte pozitif ve negatif sayıların kök içinde çarpımının, ayrı ayrı kök içinde çarpımları ile ilgilidir. Leyla öğretmen, görüş formunda hatanın öğrencilerin negatif ve pozitif sayıların ayırımını yapamadıklarından kaynaklandığını yazmıştır.

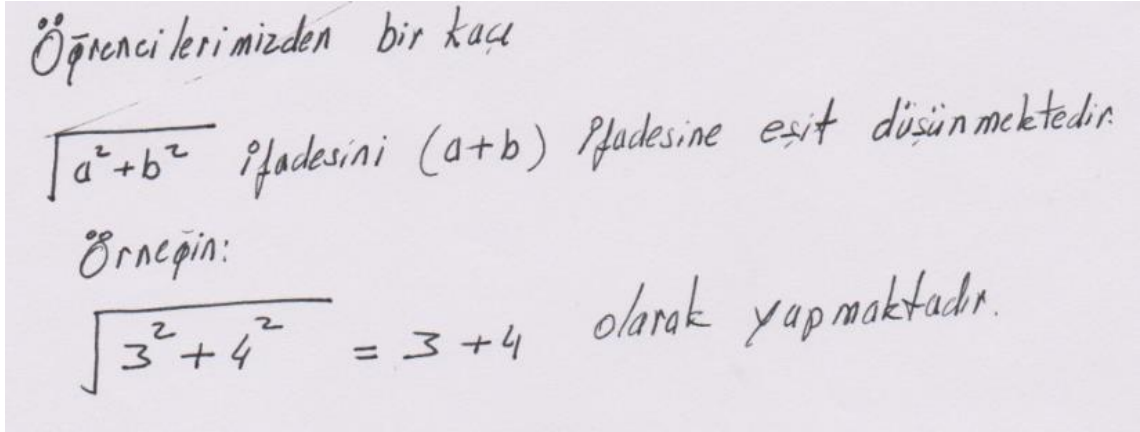
4.1.6. Aslı Öğretmenin Görüşleri

Görüşlerine başvuru Aslı öğretmen Yozgat merkezde lisede görev yapan yirmi beş yıllık öğretmendi. Bu öğretmen görüş formunda öğrencilerinin matematik dersine yeterince çalışmadıklarını, konular birikince çalıştıklarını ve konuları öğrenmek için değil sadece dersi geçmek için sınav öncesi çalıştıklarını ifade etmiştir. Aslı öğretmen, karşılaştığı hatalı durumlardan ilkinin Şekil 23'deki örnekte somut olarak sunmuştur.



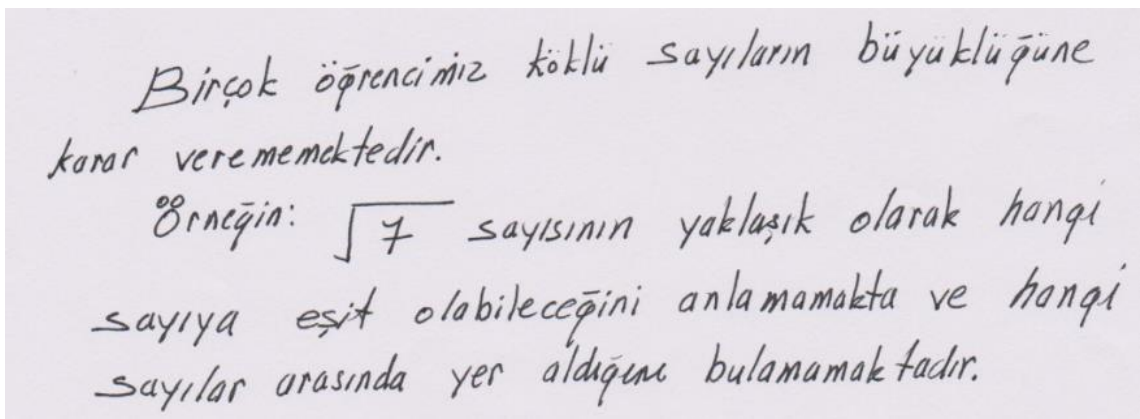
Şekil 23. Aslı öğretmenin kareköklü ifadeyi, üslü ifadeye dönüştürme ile ilgili verdiği örnek

Bu örnekte köklü ifadeyi üslü ifadeye dönüştürme anlatılmaktadır. Aslı öğretmen bu hatalı çözümün nedeni olarak görüş formunda “öğrenciler köklü ifadeyi üslü ifade şekline dönüştürürken kökün derecesini üssün paydasına getirmesi gerekirken üs ile çarpılmaktadır” şeklinde ifade etmiştir. Bu durumun sebebi için Aslı öğretmen, öğrencilerin kuralı yanlış hatırlamalarından kaynaklandığını ifade etmiştir. Öğretmenin formda belirttiği diğer bir öğrenci hatası ise aşağıda Şekil 24’de sunulmuştur.



Şekil 24. Aslı öğretmenin kareköklü ifadeleri kökten kurtarma ile ilgili verdiği örnek

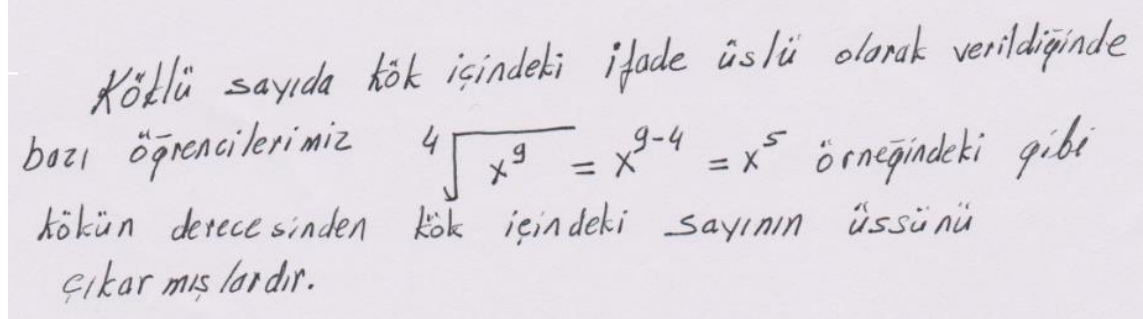
Bu örnekte kök içindeki üslü ifadelerin toplamı anlatılmıştır. Öğrenciler $\sqrt{(a+b)^2}$ ifadesi ile $\sqrt{a^2+b^2}$ ifadesini eşit olarak algıladıklarını görüş formunda belirtmiştir. Aslı öğretmenin formda belirtmiş olduğu, karşılaştığı hatalı durumlardan biri de Şekil 25’de sunulmuştur.



Şekil 25. Aslı öğretmenin kareköklü ifadelerin büyüklüğüne karar verme ile ilgili verdiği örnek

Bu örnekte köklü ifadelerin büyüklüğüne karar verme anlatılmıştır. Aslı öğretmen, öğrencilerin tam kare olmayan sayıların karekökünü aldıklarında, yaklaşık

olarak hangi sayıya eşit olduklarını anlamadıklarını ifade etmiştir. Kök dışına tam sayı olarak çıkamayan sayıların, yaklaşık olarak hangi sayılar arasında olacağı konusunda öğrencilerin zorluk çektiklerini formda belirtmiştir. Aslı öğretmenin görüş formunda belirttiği diğer bir zorluk ise aşağıdaki örnekte açıklanmıştır.



Şekil 26. Aslı öğretmenin köklü ifadeyi kökten kurtarma ile ilgili verdiği örnek

Aslı öğretmenin ifade ettiği bu örnekte köklü ifadenin, üslü ifadeye dönüştürülmesi anlatılmaktadır. Aslı öğretmen burada yapılan hatayı üslü ifadelerdeki bölme işleminde üslerin birbirinden çıkması kuralını, köklü ifadede uygulamasına bağladığını ayrıca öğrencilerin kuralları tekrar etmediği ve yeterince soru çözmedikleri için bu tür hatalar yaptıklarını yine görüş formunda belirtmiştir.

Bu çalışmada üslü ve köklü ifadelerle ilgili yaşanan zorluklar / yanlışlar için altı farklı öğretmenin görüşüne başvurulmuştur. Yukarıda ayrıntıları ile alınan bu görüşlerden elde edilen temel bulgular öğretmen isimleri belirtilerek tablo şeklinde aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

Tablo 8. Ayşe Öğretmenin Görüşleri

• Sayıların sıfırcı kuvvetinin sıfır olduğunun düşünülmesi.
• Hesaplama yaparken üs ile tabanın çarpılması.
• İki köklü sayının çarpımını hesaplarken kökün derecesini de çarpılması.

Tablo 9. Mehmet Öğretmenin Görüşleri

• Kök içinde verilen toplama işlemini, ayrı köklerde toplama olarak yazılması.
• Karekökün derecesine dikkat edilmemesi.
• Tabanları aynı üslü sayılarla bölme işlemi yaparken, üsler arasında çıkarma işlemiyle birlikte tabanlar arasında da çıkarma işlemi yapılması.

Tablo 10. Ahmet Öğretmenin Görüşleri

<ul style="list-style-type: none">• <i>Parantezli ifadenin üssünü alırken, üssün direk içeriye dağıtılması.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Sıfır sayısının kuvvetleri hesaplanırken, sonucun kuvvete eşit olduğunun düşünülmesi.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Bilinmeyen terimlerin de olduğu üslü ifadelerde üssün sadece bilinmeyene ait olduğunu düşünülmesi.</i>

Tablo 11. Aslı Öğretmenin Görüşleri

<ul style="list-style-type: none">• <i>Köklü ifade, üslü ifade şekline dönüştürülürken, kökün derecesinin üs ile çarpılması.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Kökün derecesi yazılmadığında, kökün etkisiz olarak düşünülmesi.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Köklü ifadenin büyüklüğüne karar verilememesi.</i>

Tablo 12. Salih Öğretmenin Görüşleri

<ul style="list-style-type: none">• <i>Kök içindeki negatif sayıları kök dışına çıkarırken üssün tek veya çift olmasına dikkat edilmemesi.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Tabanları aynı olan ifadelerle çıkarma ve toplama işlemi yapılırken, bölme ve çarpmadaki kuralların uygulanması.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Üslü ifadelerde bölme işleminde tabanların da birbirinden çıkarılması.</i>

Tablo 13. Leyla Öğretmenin Görüşleri

<ul style="list-style-type: none">• <i>Köklü ifadelerde çarpma ve bölme işlemi yaparken, toplama ve çıkarma kuralının uygulanması.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Üslü ifadelerle ilgili denklem çözümlerinde negatif kökün unutulması.</i>
<ul style="list-style-type: none">• <i>Pozitif ve negatif sayıların kök içinde çarpımının, ayrı ayrı kök içinde çarpım olarak düşünülmesi.</i>

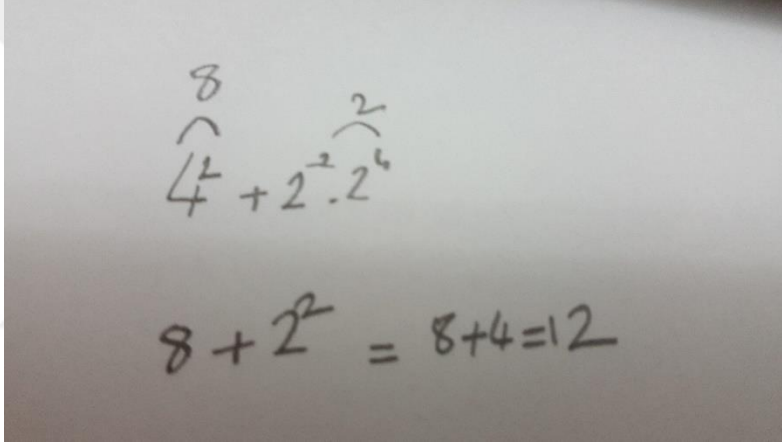
Sonuç olarak görüş formu kullanılarak üslü ve köklü ifadeler konularında öğrencilerde yukarıda belirtilen zorluklara ve kavram yanılgılarına öğretmen görüşlerine dayanarak ulaşılmıştır. Ulaşılan bu bulgular çalışmanın sonraki aşamalarına yönelik hem kavram karikatürlerinin hem de öğrenme ortamının tasarlanmasında rehberlik etmiştir.

4.2. Üslü ve Köklü İfadelerle İlgili Kavram Karikatürlerinin Kullanıldığı Öğrenme Ortamlarında Yaşanan Deneyimler

Birinci kavram karikatürü uygulaması öncesinde aşağıdaki soru öğrencilere yöneltilmiş ve cevaplarını yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir.

$$4^2 + (2^{-2} \times 2^4) = ?$$

Öğrencilerin verdikleri tüm cevaplar incelenmiş ve bu soruyu 9 kişi doğru, 17 kişi yanlış yapmıştır ve yanlış cevaplar içerisinde en fazla aşağıda örneklenen şekillerde hatalı çözümler yapıldığı ortaya çıkmıştır. Bu hatalı çözümlerden bazıları aşağıda sunulmuştur. Ö5'in çözümünden alınan bir kesit aşağıda sunulmuştur:



The image shows a handwritten student solution for the equation $4^2 + (2^{-2} \times 2^4) = ?$. The student has written $4^2 + 2^{-2} \cdot 2^4$ and then simplified it to $8 + 2^2 = 8 + 4 = 12$. This indicates a common error where the student incorrectly added the exponents of the terms inside the parentheses.

Şekil 27. Ö5'in çözümünden bir kesit

Yukarıda sunulan çözüme benzer çözümler diğer öğrencilerin kâğıtlarında da gözlenmiştir. Burada görüldüğü gibi öğrenci taban ile üssü çarpmıştır. Ö5'in üs alma ile ilgili özelliği tam olarak kavrayamadığı gözlenmiştir. Fakat parantez içindeki ifadede üsleri toplayarak kuralı doğru olarak uyguladığı görülmüştür. Bu soruda sınıftan 12 kişi tabanları aynı olan ifadeleri çarpmada üsleri toplama kuralında zorluk yaşamıştır. Yine Ö27'nin cevabından bir kesit aşağıda sunulmuştur:

$$4^2 - \left(\frac{1}{2^2} \cdot 2^4\right)$$
$$\frac{4^2 + 2^4}{2^2} = \frac{8}{2^2} + 2^2 = 8 + 4 = 12$$

Şekil 28. Ö27'nin çözümünden bir kesit

Yukarıda görüldüğü gibi Ö27 2^{-2} sayısını $\frac{1}{2^2}$ şeklinde yazabilmiş fakat işlemin devamında 4^2 yi 4 ile 2 sayısını çarparak 8 bulmuştur. Öğrencilerin verdikleri tüm cevaplar incelendiğinde kavram karikatüründe işlenen hatalı cevaplara benzer cevaplar ortaya çıkmıştır. Örneğin üslerin çarpılması, taban ile üssün çarpılması şeklinde düşünülmüştür. Sorunun uygulanması ve cevapların alınmasından sonra sınıftaki öğrenciler üçer dörderli gruplara ayrılmış ve hazırlanan kavram karikatürü tahtadan yansıtılmıştır. İlk etapta öğrencilerin tümüne karikatürdeki hangi karakterin fikrine katıldıkları sorulmuştur. Bu karikatürde sınıftan 17 kişi doğru açıklama yapan Elif'in fikrine katıldığını ifade etmiştir. Ahmet'in fikrine katılanlar toplam 2 kişi, Kaan'ın fikrine katılanlar toplam 4 kişi ve Eren'in fikrine katılanlar ise toplam 7 kişidir. Daha sonra öğrencilere bu kavram karikatürünün işlendiği grup çalışma kâğıtları dağıtılmış ve üzerinde çalışmalarını için yaklaşık 20 dakika süre verilmiştir. İlk 10 dakikada gruplar birbirlerinden bağımsız şekilde çalışmış son 10 dakikada ise ulaşılan fikirler tüm sınıfla paylaşılmış ve sınıf içi tartışma yapılmasına fırsat verilmiştir. Uygulama sürecinde öğretmen grupları tek tek dolaşarak geride kalan öğrencileri etkinliğe dahil etmeye çalışmış ve karikatürde katıldıkları fikirlerin gerekçelerini yazmaları için öğrencileri teşvik etmiştir. Karikatür sınıfta uygulanırken herhangi bir zorlukla karşılaşmamıştır. Öğrencilerin karikatürdeki hatalı görüşlerin her birini tek tek ele alıp üzerinde düşünmeleri ve tartışmalarının hem öğrenme süreçlerini zenginleştirdiği hem de istekliliklerini artırdığı gözlemlenmiştir. Normalde diğer konularda aktif olmayan sınıfta uyuklayan bazı öğrenciler, bu derse katılmışlardır. Uygulama öncesinde bireysel olarak yöneltilen soruya hatalı cevap veren öğrencilerin büyük çoğunluğunun grupla çalışma sırasında fikirlerini değiştirdikleri, diğer çok az kısmının ise kafa karışıklıklarının devam ettiği gözlemlenmiştir. Yine grup çalışması sırasında bazı öğrencilerin gruplarda daha baskın olabildikleri ve bu durumun diğerlerinin fikirlerini ifade etmesine engel olabildiği de ortaya çıkmıştır. Bu gibi durumlarda öğretmen devreye girerek geride kalan öğrencileri de sürece dahil etmiş ve grup içi çalışma dengesini sağlamaya çalışmıştır. Aşağıda öğrenci gruplarından birinin çalışma kâğıdından bir kesit örnek olarak sunulmuştur.

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kaan Eren Elif Ahmet

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ / KATILMIYORUZ	NEDEN
Kaan: Üslü sayılarda üst sayı ile çarpılır. Yani $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$, $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24 olur	Katılmıyoruz.	Üst sayı ile çarpılmaz.
Eren: Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır – başa yazılır. Buradan; $4 \times 4 + (-2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$	Katılmıyoruz.	Negatiflik farklı bir durum.
Elif: Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $(4 \times 4) + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$ olması gerekir.	Katılıyorum.	Tabanlar aynı ise üstler toplanır.
Ahmet: Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $(4 \times 4) + 2^{-8} = 16 - 1/256$ olur.	Katılmıyoruz.	Üstler his bir zaman çarpılmaz. Kafam da karıştı.

Şekil 29. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

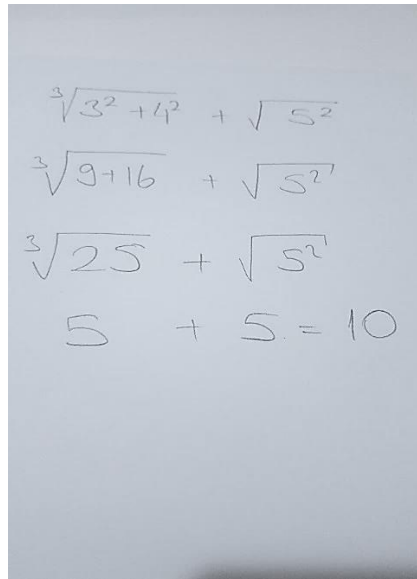
Şekil 29’da görüldüğü gibi üslü ifadelerde çarpmada tabanlar aynı ise üslerin toplandığını fark etmişlerdir. Örneğin bu gruptaki öğrencilerden ikisi önceden tabanlar aynı iken üslerin toplandığı kuralını tam olarak uygulayamıyorlardı. Fakat karikatür

uygulamasında grupla çalışarak bu anlayışlarını düzelttikleri görülmüştür. Yine öğrenciler ders başında dağıtılan test sorusunu çözerken araştırmacıdan yardım almaya çalışmışlardı. Fakat kavram karikatürü uygulaması sırasında hatalı çözümlerden yola çıkarak, kendi hatalarını fark etmiş ve doğru sonuca ulaşmışlardır. Karikatürleri gördükten sonra ise “...aaa bu karikatür yanlış yapmış, ben de ilk soru kâğıdında öyle yapmıştım.” gibi tepkilerle karşılaşmıştır. Öğrencilerin birden fazla fikri/sonucu bir arada görmüş olmaları da yaptıkları işlemin hatalı olduğunu düşünmelerine sebep olmuş olabilir. İlk uygulama genel anlamda başarılı olmuştur. Üslü ifadelerde tabanlar aynı olduğunda üslerin toplanması kuralını kavrayamayan öğrenciler kavramıştır. Sonraki uygulama için gruplardaki öğrencilerin yer değiştirmesi kararı alınmıştır. Farklı öğrencilerle yeni grupların oluşturulması öğrencilere faydalı olacağı düşünülmüştür.

İkinci kavram karikatürü uygulaması öncesinde aşağıdaki soru öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerin cevapları yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir.

$$\sqrt[3]{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} = ?$$

Uygulanan bu soruya verilen cevaplar incelenmiş, öğrencilerde görülen hatalı çözümlerden alınan bazı kesitler aşağıda sunulmuştur. Söz konusu bu soruda sınıftan 16 öğrenci kökün derecelerini iki ifadede 2 olarak algılamıştır. 16 öğrencide bu noktada yanlışlar olduğu gözlenmiştir. Ö6'nın cevabından bir kesit aşağıda sunulmuştur.


$$\begin{aligned} & \sqrt[3]{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} \\ & \sqrt[3]{9+16} + \sqrt{5^2} \\ & \sqrt{25} + \sqrt{5^2} \\ & 5 + 5 = 10 \end{aligned}$$

Şekil 30. Ö6'nın çözümünden bir kesit

Yukarıda görüldüğü gibi Ö6 bu test sorusunda ilk ifadedeki kökün derecesini 2 olarak düşünmüştür. 25 sayısını 5 olarak kök dışına çıkarmıştır. Öğrencinin bu çözümü düşünme sisteminde bu konu ile ilgili hata ya da eksik olduğunu göstermektedir. Ö6, bu soruda kavram yanlışlığı türlerinden olan aşırı özelleme yapmıştır. Derece ikiden farklı olsa bile iki olarak algılamaktadır. Derece iki olduğundaki bu soru için yapılabilecek olan sadeleşmeyi özelleştirmektedir. Öğrencide kökün dereceleri ile ilgili kuralları bilmede eksiklikler görülmüştür. Öğrenci kendi algı biçimine göre derecedeki 3 sayısını 2 olarak zihninde biçimlendirmiştir. Öğrenci genel olarak kök derecesinde 2 ile karşılaştığı için ilk köklü ifadeyi de o şekilde çözümlendiği düşünülebilir. Sınıfta bu çözüme benzer çözümler gözlenmiştir. Burada öğrenci ayırım sürecinde başarılı olamamaktadır. Birbirine benzer iki durum vardır. Öğrencilerin bir kısmı kökün derecesinin üç olması durumunu iki olmasına benzetmeye çalışmaktadır. Öğrencilerde genel olarak aynı zorlukların yaşandığı görülmüştür. Bu karikatürde aynı zamanda köklü ifade içinde toplama yapabilme durumu da öğrencilerde gözlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden bazılarının üç olan üssü iki olarak yazdıktan sonra üsleri sadeleştirdikleri gözlenmiştir. Aşağıdaki şekilde Ö5'in bireysel soru kağıdından kesit sunulmuştur.

sadeleşme dir

$$\sqrt{3+4} = 3+4 = 7$$

$$\sqrt{7} = 5$$

$$7+5 = 12$$

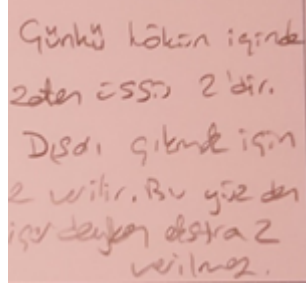
Şekil 31. Ö5'in çözümünden bir kesit

Şekilde görüldüğü gibi Ö5 kök derecesinin üç olması gerekirken onu iki olarak algılamıştır. Sonrasında kök dereceleri ile ifadelerin üslerini sadeleştirdiği gözlenmiştir. İkinci terim için sadeleşme işlemi doğrudur fakat sadeleşme işlemi genelleme yaptığı için hataya/yanlışla düşmüştür. Ö9'un test kağıdında yazdığı ifade aşağıdaki şekilde sunulmuştur.

Derece ler aynı 3 ve 4 ün üssünü gösterir

Şekil 32. Ö9'un çözümünden bir kesit

Ö9, bu soruda derece 3 iken onu 2 olarak algılamış ve sadeleştirme yapmaya çalışmıştır. Aşağıda diğer bir öğrencinin bireysel soru kağıdından bir kesit sunulmuştur. Ö7'nin, derece ve üs kavramlarında zorluk yaşadığı görülmektedir.



Şekil 33. Ö7'nin çözümünden bir kesit

Ö7 kök içindeki ifadelerin kök dışına çıkarken 2 verildiğini düşünmektedir. Kavramlar beyinde yapılandırığımız soyut düşüncelerdir. Ö7'nin kök derecesi kavramını eksik veya hatalı yapılandığı düşünülebilir.

Sorunun uygulanması ve cevapların alınmasından sonra sınıftaki öğrenciler dörderli ve beşerli gruplara ayrılmıştır. İlk başta öğrencilere karikatürdeki hangi karakterin fikrine katıldıkları sorulmuştur. Söz konusu ikinci karikatürde öğrenciler ağırlıklı olarak Muzaffer'in fikrine katılmışlardır. Doğru seçenek olan Muzaffer'in fikrine 20 kişi katılmıştır. Fatih' in fikrine 4 kişi, Elif'in fikrine ise 6 kişi katılmıştır. Daha sonrasında ise öğrencilere bu kavram karikatürünün işlendiği grup çalışma kağıtları dağıtılmış ve üzerinde çalışmalarını için yaklaşık 25 dakika süre verilmiştir. Uygulama sırasında grup içinde tartışmaların olduğu araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. İlk 15 dakikada gruplar birbirinden bağımsız şekilde çalışmış son 10 dakikada ise ulaşılan fikirler tüm sınıfla paylaşılmıştır. Sınıf içinde tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu karikatürde soru üzerine diğer bir grup içinde tartışmaların olduğu araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Grup içindeki tartışma şu şekildedir:

Ö8: "Arkadaşlar derecesi üç, ona dikkat edelim."

Ö6: "Ben ders başında bu sorudaki tüm dereceleri iki olarak almıştım."

Ö17: "Ben de şu an fark ettim. Derece üç olduğu için kök dışına çıkamaz ilk terim."

Ders başında öğrencilerden bazılarının dağıtılan bireysel soru kağıtlarında kök dışındaki derece olan üç sayısını ifadelerin üssü ile çarpmaya çalışan öğrenciler olduğu gözlemlenmiştir. Aşağıdaki şekilde Ö17'nin çözümünden bir kesit bu duruma örnek olarak sunulmuştur.

Şekil 34. Ö17'nin çözümünden bir kesit

Ö17, kökün derecesinde ki üç sayısını üslü ifadelerin üsleri ile çarpmıştır. Yani köklü ifade içinde yer alan 3^2 sayının üssünü $3^{2 \times 3} = 3^6$ ve diğer terimi de $4^{2 \times 3} = 4^6$ bulmuştur. İkinci ifadede ise $\sqrt[2]{5^2} = \sqrt{5^{2 \times 2}} = \sqrt{5^4}$ olarak bulmuştur. Öğrenci bu hatalı çözüm de başka kurallarla karıştırma yapmıştır. Bu çalışmada ortaya çıkan kökün derecesini üslerle çarpma durumu literatürde kavram yanılgısı türlerinden biri olarak gösterilen “yanlış tercüme” olarak nitelendirilmektedir. Yanlış tercüme olarak ifade edilen kavram yanılgısı formül, tablo, grafik, işlem, sembol ve cümle gibi değişik formlar arasındaki geçişlerde sistemli hatalar zincirine denilmektedir (Zembat, 2008; Akt: Bütün, 2012).

Öğrencilerden ikisinin ders başındaki bireysel soru kağıtlarında aşağıdaki gibi çözmeye çalıştığı görülmüştür. Ö8'in kağıdından kesit örnek olarak verilmiştir.

Şekil 35. Ö8'in çözümünden bir kesit

Şekilde görüldüğü gibi Ö8 kök derecesini toplama işlemini dikkate almadan direk üslerin paydalarına getirmiştir. Bu hatalı çözümün sebebi olarak öğrencinin yaşadığı yanlış deneyimlerden çıkarımda bulunmuş olabileceği düşünülebilir.

Uygulama sırasında karikatürde birden fazla hatalı cevabın olması, öğrencilerin bu tür hatalarını görmeye yardımcı olduğu söylenebilir. Öğrencilere kavram karikatürü uygulandığı sırada aynı zamanda karikatür tahtada yansımış olarak duruyordu. Bu şekilde öğrencilerde karikatürün görsel olarak daha kalıcı olduğu düşünülebilir. Öğrenciler daha önceki konularda böyle bir uygulamayla karşılaşmadıkları için bu uygulama onları mutlu etmiştir. Bu durum öğrencilerin çalışmaya bağlılıklarından ve yüzlerindeki ifadelerden de anlaşılmıştır. Bu uygulamada derecesi iki olan köklü ifadeyi gayet rahat çözebildikleri gözlenmiştir. Uygulama öncesinde hatalı çözüm yapanların, uygulama sırasında kafa karışıklıklarının giderildiği gözlenmiştir. Aşağıda öğrenci gruplarından birinin çalışma kâğıdından bir kesit örnek olarak sunulmuştur.

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Elif

Muzaffer

Fatih

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Elif: Kökün derecesini çarpım olarak içerdeki üssün yanına yazacağız. 3^6 olur. Ama yanında ki üslü ifadeyi çıkaramayız.</p>	Katılmadık	$\sqrt{3^2+4^2} \neq \sqrt[3]{3^2+4^2}$
<p>Muzaffer: Önce kökün içini çözerim... Üçün karesini alırım dokuz, dördün karesi on altı olur ve toplamları yirmi beş olur. Kök dışına çıkmaz. Diğer terim de beş olarak çıkar ve $\sqrt[3]{25} + 5$ olur.</p>	<p>Katılılık Doğru</p> <p>$\sqrt[3]{25} = \sqrt[3]{9+16} + \sqrt[3]{5}$ $= \sqrt[3]{3^2+4^2} + \sqrt[3]{5}$ söğlaması doğru</p>	<p>$\sqrt[3]{64} = \sqrt[3]{4^3} = 4$ $\sqrt[3]{27} = \sqrt[3]{3^3} = 3$ $\sqrt[3]{3^2+4^2} = \sqrt[3]{25}$ aynen kalır. $\sqrt[3]{25} + \sqrt[3]{5}$ $\sqrt[3]{25} + 5$</p>
<p>Fatih: Kökün derecesi üç olmaz ki, iki olması gerekmiyor muydu? Köklü ifadeyi nasıl üslü ifadeye benzetmeliyim ki çıkarma işlemi yapabileyim. Soru hatalı bence...</p>	Katılmadık	<p>$\sqrt[3]{169} = 4$ $\sqrt[3]{125} = 5$</p> <p>$\sqrt[3]{169} = 4$ $\sqrt[3]{125} = 5$</p>

Tablo 10: İkinci açık uçlu soruya ait kavram karikatürü

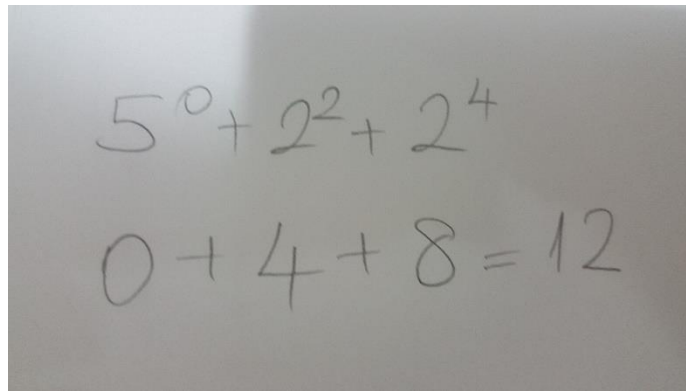
Şekil 36. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıdaki çalışma kâğıdında da görüldüğü gibi etkinlik sonunda öğrenciler grup olarak köklü ifadelerde kökün derecesinin 2'den farklı olabileceğini fark etmişlerdir. Bireysel olarak ise, gruptaki öğrencilerden biri uygulama öncesinde derecenin üç olamayacağını düşünmekteydi. Grup çalışmasındaki etkileşimler sonucunda uygulama sonrasında kökün derecesinin ikiden farklı da olabileceği inancına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yine gruptaki öğrenciler şekilde görüldüğü üzere farklı sayılarla deneme yapmışlardır. Kök derecesine üç yazarak, kökün iç kısımlarını değiştirmişlerdir. Öğretmen uygulama sırasında tüm öğrencilerin aktif katılımı için çaba göstermiştir. Ayrıca yukarıda öğrencilerin işlemi tersten yürüterek sağlama yaptıkları ve elde ettikleri sonucu karşılaştırdıkları görülmektedir. Kavram karikatürü uygulaması öğrencilerin kendi düşüncelerini sorgulamalarını sağlamıştır. Elde edilen bu bulgular ışığında ikinci kavram karikatürü uygulamasının genel anlamda başarılı olduğu söylenebilir.

Üçüncü kavram karikatürü uygulaması öncesinde aşağıdaki soru öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerden cevapları yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir.

$$(5^0 + 2^2 + 2^4) = ?$$

Öğrencilerin verdikleri tüm cevaplar incelenmiş 20 kişide hatalı çözüm gözlenmiştir. Uygulanan bu test sorusu üzerine öğrencilerde görülen hatalı çözümlere örnek olarak öğrencilerden birinin kâğıdından alınan kesite yer verilmiştir. Ö4'ün çözümünden alınan kesit aşağıda sunulmuştur:



The image shows a student's handwritten solution on a piece of paper. The student has written the equation $5^0 + 2^2 + 2^4$ and then calculated it as $0 + 4 + 8 = 12$. This is a common error where the student incorrectly evaluates 5^0 as 0 instead of 1.

Şekil 37. Ö4'ün çözümünden bir kesit

Yukarıda sunulan çözüme benzer çözümler diğer öğrencilerin kâğıtlarında da gözlenmiştir. Burada görüldüğü gibi öğrenci 0 sayısı ile 5 sayısını çarpmış ve hatalı sonuca ulaşmıştır.

Bir sayının sıfırcı kuvvetinin algılanamaması ve değerinin bulunamaması üslü ifadelerle ilgili rastlanan en yaygın hatalardan biridir. Birçok öğrenci bir sayının 0. kuvvetinin değerinin 0 olduğu yanılığına düşebilmektedir. Bazı öğrencilerin 0 sayısının toplama işleminin etkisiz elemanı olması özelliğini yanlış yorumlayıp, sayının sıfırcı kuvvetinin sıfır olabileceğini düşündükleri varsayılabilir.

Sorunun uygulanması ve cevapların alınmasından sonra sınıftaki öğrenciler dörderli beşerli gruplara ayrılmış ve hazırlanan kavram karikatürü tahtadan yansıtılmıştır. İlk etapta öğrencilerin tümüne karikatürdeki hangi karakterin fikrine katıldıkları sorulmuştur. Bu karikatürde öğrencilerimizden 12 kişi doğru açıklama yapan Esra'nın fikrine katılmışlardır. Geri kalan 18 öğrenci ise Mehmet'in fikrine katılmıştır. Daha sonra öğrencilere bu kavram karikatürünün işlendiği grup çalışma kâğıtları dağıtılmış ve üzerinde çalışmaları için yaklaşık 25 dakika süre verilmiştir. İlk 15 dakikada gruplar birbirlerinden bağımsız şekilde çalışmış son 10 dakikada ise ulaşılan fikirler tüm sınıfla paylaşılmış ve sınıf içi tartışma yapılmasına fırsat verilmiştir. Uygulama sürecinde öğretmen grupları dolaşarak soru sorulara rehberlik etmeye çalışmıştır. Öğrencilerin sordukları sorular daha çok üssün sıfır olmasıyla ilişkilidir. Öğrenciler üs alma konusunda yardıma ihtiyaç duymuşlardır. Öğrenciler tarafından,

“Öğretmenim sıfır çarpmada yutan eleman burada da aynı şey olabilir mi? Üslü sayıyı da biz yan yana çarpıyoruz.”

“2 sayısının üssünün iki veya dört olması çok fark eder mi?”

gibi sorular öğretmene yöneltilmiştir. Öğretmen öğrencilerin sorduğu tüm soruları açıklamıştır. Öğretmen sorulan sorulara şu şekilde açıklama yapmıştır:

Ö: “Çocuklar sıfır sayısının çarpmada yutan eleman olması kuralı sadece çarpma işlemine aittir. O kuralı buraya genelleyemeyiz. Ayrıca 2^2 ve 2^4 farklı üslü ifadelerdir. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur ve $2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ olur. Sonuçları gördüğünüz gibi farklıdır.”

Öğretmen gruplarda sessiz kalan öğrencileri de aktif hale getirmeye çabalamıştır. Uygulama sırasında teknik olarak ve sınıf içinde herhangi bir zorlukla karşılaşılmamıştır. Öğrencilerin karikatürdeki her bir düşüncüyü ele almaları ve doğruluklarını değerlendirmeleri öğrencileri düşünmeye sevk etmiştir. Aynı zamanda karikatür destekli çalışma kâğıtlarının öğrencilerin ilgilerini çekmede başarılı olduğu ve motivasyonlarını artırdığı gözlemlenmiştir. Grup çalışması sırasında gruplar içinde tartışma ortamlarının oluştuğu gözlenmiştir. Gruptaki öğrenciler birbirlerini ikna etmeye çalışmışlardır. Öğretmen tarafından gözlenen tartışmalardan birisi şu şekildedir.

Ö23: “Sayıların sıfırcı kuvveti, sıfır olmaz mı?”

Ö25: “Hayır, bak şöyle düşün $\frac{5^2}{5^2} = 1$ olur değil mi?”

Ö23: “Evet haklısın aynı sayılar bölmede sadeleşir sonuç bir olur.”

Ö18: “Bölmede üsler çıkarılır, tabanlar aynı olduğunda de mi.”

Ö25 “ $5^2/5^2 = 5^{2-2} = 5^0$ olur, o zaman.”

Ö23: “aaa, şimdi anlıyorum başta birdi sonuç, şu an yine bir olur. Öğrendim şu an...”

şeklindedir. Görüldüğü gibi öğrenci, sıfır yutan elemandır düşüncesini hatalı bir şekilde genelleyerek üslü ifadelerde de böyle olduğunu düşünüyor ve sonrasında fikrini değiştiriyor. Aşağıda grup çalışma kâğıtlarından bir kesit sunulmuştur:



Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Mehmet Esra

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ / KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Mehmet:</p> <p>Sıfır yutan eleman demişti öğretmen, $5^0 = 0$ olur. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur. $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani sonuç: $0 + 4 + 8 = 12$ olur.</p>	<p>Katılmıyorum</p>	<p>Çünkü çarpmada 0s olmayan işlemlerde sıfır yutan eleman olur. Üstte hangi sayı olursa olsun 1 siler.</p>
<p>Esra:</p> <p>Bence şöyle olmalı, sayıların sıfırinci kuvvetleri 1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$ toplarsak, $1 + 4 + 16 = 21$ olur.</p>	<p>Katılıyorum.</p>	

Şekil 38. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Şekilde görüldüğü gibi öğrenciler 0 sayısının çarpma işleminde yutan eleman olduğunu ifade etmişlerdir. Yukarıdaki gruptaki öğrencilerden üçü kavram karikatürü uygulaması öncesinde, üs 0 olduğunda sonucunda 0 olduğunu düşüncesindeydi. Fakat uygulamada grupta çalışarak bu anlayışlarını olumlu yönde düzeltebilmişlerdir. Öğrenciler farklı sayılarla deneme yaparak doğru karara ulaşmıştır. Gruplar içinde uygulama sırasında şöyle konuşmalar geçmiştir:

“ $5^0 = 1$, $2^0 = 1$, bütün sayıların 0. kuvveti 1 olur.” Öğrencilerin bu yaklaşımları genelleme yaparak ezberlediklerini düşündürmüştür. Gruptaki öğrencilerin tüm sayılar için genelleme yapmaya çalıştığı gözlenmiştir. Bu kavram karikatüründe öğrencilerin diğerlerine göre daha kolay ilerlediği görülmüştür. Fakat burada da sıfırinci kuvvet ile ilgili daha fazla tartışma yaşanmıştır. Örneğin başka bir grup içinde geçen konuşma da şu şekildedir:

Ö16: “Sıfır yutan elemandı doğru ama o çarpma da idi, ben ders başında öyle düşünmüştüm.”

Ö22: “Evet, ben de o kuralın sadece çarpmada olduğunu şimdi hatırladım.”

Ö16: “Evet, doğru söylüyorsunuz, öğretmene soralım neden bir?”

Öğretmen grupları gözlemlendiği için konuşmaya devam eder ve yazarak şöyle açıklar:

Ö: “Bakın, karikatürde 5 sayısı olduğu için ben de size 5 ile ilgili örnek vereyim:

$$5^3 = 125$$

$$5^2 = 25$$

$$5^1 = 5$$

Gördüğümüz gibi 125 sayısını 5 sayısına yani kendisine bölersek bir alt kuvveti olan 2. kuvvetini buluruz. Yine buradan;

$$125/5 = 25 \text{ (2. kuvveti)}$$

$$25/5 = 5 \text{ (1. kuvveti)}$$

$$5/5 = 1 \text{ (0. kuvveti)}$$

gördüğümüz gibi bu şekildedir.”

Ö16: “Öğretmenim şimdi anladım, karikatür olmasaydı bu soru aklıma gelmezdi.

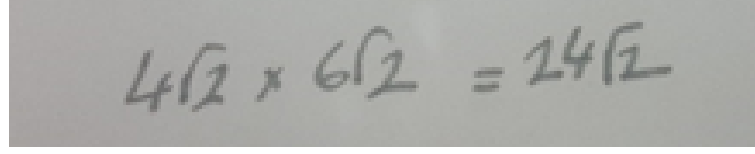
Şu an aklımda kaldı.”

Öğretmen, yukarıdaki şekilde açıklayarak sayıların sıfırinci kuvvetinin neden bir olduğunu açıklamıştır. Görüldüğü gibi kavram karikatürü uygulaması öğrencileri düşündürmeye, sorgulamaya yöneltmiştir. Uygulama öncesinde bireysel olarak yöneltile soruya hatalı cevap veren öğrencilerin büyük çoğunluğunun grupta çalışma sırasında fikirlerinin değiştiği gözlenmiştir.

Dördüncü kavram karikatürü uygulaması öncesinde aşağıdaki soru öğrencilere sorulmuş ve öğrencilerin bu soruya yazılı cevap vermeleri istenmiştir.

$$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = ?$$

Uygulanan bu soru üzerine öğrencilerde görülen hatalı çözümlerden alınan bazı kesitler aşağıda sunulmuştur. Ö7'nin çözümünden alınan bir kesit aşağıda sunulmuştur:


$$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$$

Şekil 39. Ö7'nin çözümünden bir kesit

Yukarıda sunulan kesitte öğrenci çarpma işleminde kök kısmı aynı olduğunda onu aynen yazmakta ve değişmediğini düşünmektedir. Öğrencilerden bazıları ders başında öğretmene “*toplamada böyleydi yani kök aynen kalıyordu, o yüzden çarpmada da böyle olur.*” şeklinde ifadelerde bulunmuşlardır. Uygulama öncesinde sınıfta 11 öğrencinin kök kısımlarını işlem yaparken aynen yazdıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin bir kısmı Şekil 39'daki gibi hatalı çözüm yapmışlardır. Şekilden görülmektedir ki öğrenci köklü ifadelerde toplama işleminde edindiği anlayışı buraya hatalı bir şekilde genellemektedir ve kavram yanılgısı ortaya çıkmaktadır. Toplama işleminde kural doğru iken çarpmada yanlış sonuç verdiği farkına varamamaktadırlar. Bu durum öğrencilerde köklü ifadelerde işlem yaparken zorluk yaşandığını göstermektedir. Sorunun uygulanması ve cevapların alınmasından sonra sınıftaki öğrenciler dörderli beşerli gruplara ayrılmış ve karikatür tahtaya yansıtıldıktan sonra öğrencilere sözlü olarak hangi karakterin fikrine katıldıklarını ifade etmeleri istenmiştir. Sınıf mevcudunun 9 kişisi Kerim'in fikrine, 11 kişisi doğru çözüm bulunan Pınar'ın fikrine ve 10 kişi ise Veli'nin fikrine katılmıştır. Daha sonra öğrencilere bu kavram karikatürünün işlendiği grup çalışma kağıtları dağıtılmış ve üzerinde çalışmalarını için yaklaşık 30 dakika süre verilmiştir. İlk 20 dakikada gruplar birbirinden bağımsız şekilde çalışmış son 10 dakikada ise ulaşılan fikirler tüm sınıfla paylaşılmış ve sınıf içi tartışma ortamı sağlanmıştır. Kavram karikatürü uygulaması sırasında herhangi bir zorlukla karşılaşılmamıştır. Her grubun bir başkanı olduğu için grubu temsilen çalışma kâğıdını o doldurmuştur. Aşağıda öğrenci gruplarından birinin çalışma kâğıdından bir kesit örnek olarak sunulmuştur.

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Kerim:</p> $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ <p>olur. Sadece kök dışındaki sayılar çarpılır.</p>	X	$2 \cdot 2 = \sqrt{4} = 2$ o (mekiydi) kök.
<p>Pınar:</p> $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$ <p>$\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48 buldum.</p>	<p>✓</p> $3\sqrt{2} \cdot 4\sqrt{2} = 12 \cdot 2 = 24$ $\sqrt{4} = 2$	$\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{4} = 2$ $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$ Aynı kökleri birbirini götürür. Sadeleşme olur.
<p>Veli:</p> $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = \sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$ <p>Hepsi kök içinde çarpılır.</p>	X	Sayı direk kökde içine konulmaz. $\sqrt{2} \cdot \sqrt{4} \cdot \sqrt{6} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 6}$ $= \sqrt{48}$ o (ob)

Şekil 40. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Şekilde görüldüğü gibi köklü ifadelerde çarpmada kök kısımları aynı ise onların kökü yok ettiğini fark etmişlerdir. Öğrencilerden birkaçı uygulama sırasında “köklü ifadelerdeki toplama işleminde öğrendikleri kuralı çarpmaya uyguladıkları” için hatalı çözdüklerini dile getirmiştir. Ayrıca köklü ifadelerde çarpmada kök kısımlarının da çarpılması gerektiğini anlayabilmişlerdir. Örneğin gruptaki öğrencilerden ikisi uygulama öncesinde kök kısımlarının da çarpılması gerektiğini uygulayamıyordu. Grup çalışması ile olumlu yönde değişiklik olmuştur. Grup içindeki öğrenciler birbirlerine yardımcı

olmuştur. Grupta soruyu tam olarak anlamayan Ö6'ya arkadaşları soruyu tekrar çözerek anlatmaya çalışmışlardır. Öğretmen grupta şu şekilde bir tartışma gözlemiştir:

Ö6: *“Ben soruyu tam olarak anlamadım. Kök aynen kalıyordu toplamada değil mi neden siz kökleri de çarptınız?”*

Ö12: *“Haklısın, toplamada aynen kalıyordu kökler aynı olursa, ama bu çarpma.”*

Ö20: *“Çarpmada, kök içlerini de çarpıyoruz.”*

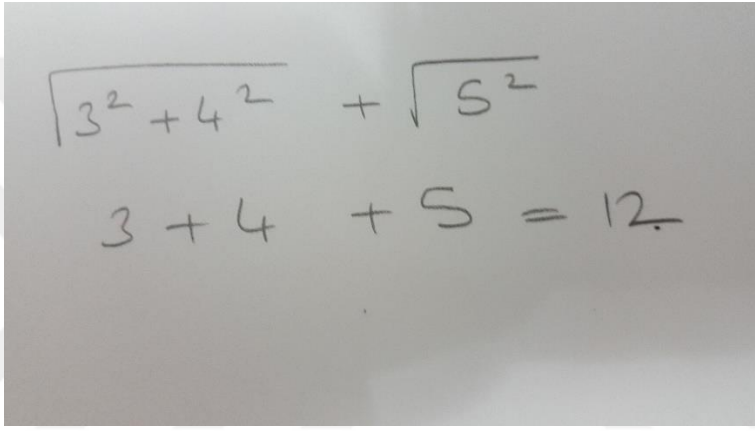
Ö9: *“Yani, doğru çözüm Pınar da görebildin mi?”*

Ayrıca öğretmen bu durumu fark edip anlamayan öğrenci ile bire bir ilgilenmiştir. Karikatürdeki karakterlerin ifadelerini Ö6'ya açıklamaya çalışmıştır. Şekilden görülmektedir ki öğrenciler farklı sayılarla deneme yapmışlardır. Çalışma kağıdından görülmektedir ki: $\sqrt{3} \times \sqrt{3} = 3, \sqrt{2} \times \sqrt{4} \times \sqrt{8} = \sqrt{64}$ işlemleriyle farklı sayılarla deneme yapmışlardır. Öğretmen uygulama sırasında sınıfa rehberlik etmiştir ve şöyle açıklamada bulunmuştur. Ö: *“Köklü ifadelerde çarpma ve bölme yaparken kök içleri aynı veya farklı olan sayılarla da işlem yaparız yani hem kök hem de katsayılarıyla çarpma yaparız.”* şeklinde tekrar vurgulayarak anlatmıştır. Şekilde görüldüğü üzere öğrenciler farklı denemeler yaparak çözümü pekiştirmişlerdir. Doğru sonuca ulaşmışlardır. Öğrencilerin farklı sayılarla deneme yapması, onları doğru karara götürmüş olabilir. Bu uygulama sırasında herhangi bir zorlukla karşılaşılmamıştır. Yapılan bu uygulama ile öğrencilerde yanılmanın giderilmesinde olumlu yönde değişim olduğu söylenebilir. Bazı öğrencilerde uygulama öncesinde yaşanan zorlukların, uygulama ile giderildiği gözlenmiştir. Uygulama öncesinde yani ders başında öğrencilerin kök kısımlarını toplamadaki gibi aynen yazdıkları görülmüştür. Fakat kavram karikatürü uygulaması ile tartışma ortamları oluşmuş, öğrenciler düşünmeye ve sorgulamaya yöneltmiştir. Böylelikle kafalarında ki soru işareti ve eksikliklerin giderildiği gözlenmiştir. Bu durum yukarıda verilen grup çalışma kâğıdı örneğinden ve öğrenciler arasında geçen tartışmalardan çıkarılmıştır. Bir sonraki uygulama için öğretmen tarafından ödül verilmesi kararı alınmıştır. Hediye verilerek başarılı olan grubun davranışının pekiştirilebileceği düşünülmüştür. Son kavram karikatürü uygulaması olmasından dolayı da böyle bir karar alınmıştır. Öğretmen son uygulamada öğrencilerde yarış ortamı oluşturmayı hedeflemiştir. Rekabet olursa öğrencinin gayretinin artacağını düşünmüştür. Bu yüzden beşinci kavram karikatürü uygulamasında doğru sonuca ulaşan ve ulaştıkları sonuçları gerekçeleriyle açıklayabilen öğrenci gruplarının ödüllendirilmesi kararı alınmıştır. Öğrencilere bu alınan karar duyurulmuştur ve onlar da bu karara çok sevinmişlerdir.

Beşinci kavram karikatürü uygulaması öncesinde aşağıdaki soru öğrencilere yöneltilmiş ve cevaplarını yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir.

$$\sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} = ?$$

Öğrencilerin verdikleri tüm cevaplar incelenmiş, 18'i doğru, 12'si yanlış cevap vermiştir. Verilen yanlış cevaplar içerisinde aşağıda örneklenen şekillerde hatalı çözümler yapıldığı ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin konuyu kavrama derecelerini görebilmek için kökün derecesi aynı ve iki ayrı kök içinde toplama işlemi sorulmuştur. Ö6'nın çözümünden alınan bir kesit aşağıda sunulmuştur:


$$\sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2}$$
$$3 + 4 + 5 = 12$$

Şekil 41. Ö6'nın çözümünden bir kesit

Yukarıda sunulan çözüme benzer çözümler hata yapan diğer öğrencilerin kâğıtlarında da gözlenmiştir. Şekil 41'de verilen alıntıda öğrenci kök içindeki üslerle kökün derecesini direkt sadeleştirmiştir. İlk terimdeki kök içindeki ifadeleri tek terim gibi düşünmüştür. Toplama işaretinden sonraki ifadeyi doğru çözmüştür. Bu soruda sınıftan 8 kişi kök içindeki toplama işlemini çözme konusunda zorluk yaşamıştır. Ö12'nin cevabından bir kesit aşağıda sunulmuştur:

$$\begin{aligned} & \sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} \\ & \sqrt{9 + 16} + \sqrt{25} \\ & 25 + 25 = 50 \end{aligned}$$

Şekil 42. Ö12'nin cevabından bir kesit

Yukarıda görüldüğü gibi Ö12 kök içinde bulduğu 25 sayısını dışarıya aynen çıkarmıştır. Sınıftan 2 kişinin kâğıdında yukarıdaki gibi hata gözlenmiştir. Öğrenci kök alma kuralını uygulayamamıştır. Sorunun uygulanması ve cevapların alınmasından sonra sınıftaki öğrenciler dörderli ve beşerli gruplara ayrılmıştır. Daha sonra hazırlanan kavram karikatürü tahtadan yansıtılmıştır. Öncelikle öğrencilerin tümüne karikatürdeki hangi karakterin fikrine katıldıkları sorulmuştur. Bu karikatürde sınıftan 22 kişi doğru açıklama yapan Aysun'un fikrine katılmıştır. 5 kişi Can'ın fikrine, geri kalan 3 kişi ise Veli'nin fikrine katılmıştır. Daha sonra öğrencilere bu kavram karikatürünün işlendiği grup çalışma kâğıtları dağıtılmış ve üzerinde çalışmalarını için yaklaşık 30 dakika süre verilmiştir. İlk 15 dakikada gruplar birbirinden bağımsız olarak çalışmış son 15 dakikada ise ulaşılan fikirler tüm öğrencilerle paylaşılmış ve sınıf içi tartışma ortamının oluşmasına fırsat verilmiştir. Uygulama sürecinde öğretmen grupları tek tek dolaşarak, sorusu olan öğrencilere yardımcı olmaya çalışmıştır. Katıldıkları karakterin nedenlerini yazmaları için onları yönlendirmiştir. Uygulama sırasında herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılmamıştır. Kavram karikatürü bu uygulamada öğrencilerin konuya odaklanmasını sağlamıştır. Ayrıca sınıfta tüm öğrencilerin katılımını sağlayan yararlı bir araç olmuştur. Öğretmen sınıf ortamında tüm öğrencilerin aktif olmasını sağlamıştır. Uygulama öncesinde bireysel olarak yöneltilen soruya hatalı cevap veren öğrencilerin büyük çoğunluğunun grupla çalışma sırasında düşüncelerini olumlu yönde değiştirdikleri gözlenmiştir. Aşağıda öğrenci gruplarından birinin çalışma kâğıdından bir kesit örnek olarak sunulmuştur.

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Veli

Can

Aysun

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ / KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Veli: Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur.</p>	HAYIR	$3+4 = 7$ dur. $\sqrt{3^2+4^2}$ $\sqrt{9+16} = \sqrt{25}$
<p>Can: Hayır, kökün içinde ki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur.</p>	HAYIR	$\sqrt{25} = \sqrt{25}$ Sadelesin.
<p>Aysun: Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap : $5 + 5 = 10$ olur.</p>	KATILYORUZ.	$\sqrt{3^2+4^2} = 5$ $\sqrt{25} = 5$ + Negatif karesi 25

Şekil 43. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Şekil 43’de görüldüğü gibi öğrencilerin köklü ifade içindeki yer alan üslü ifadeyi doğru çözümleyebilmelerinin sebebi olarak kavram karikatüründe Veli ve Aysun’un ifadelerine baktıklarında Veli’nin kökü yok saydığını fark ettikleri düşünülmüştür. Aysun’un çözümüyle karşılaştırıldığında sayıların karesi de doğru olarak yapılmıştır. Veli aynı zamanda sayıların karesini de almadan direk işlem yapmıştır. Öğrenciler $\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$ eşitliğinin doğru olmadığını anlayabilmişlerdir. Çalışma kâğıdından görülmektedir

ki gruptaki öğrenciler, “ $3 + 4 = 7$ ” ve “ $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5$ ” nin farklı durumlar olduğunu fark edebilmişlerdir. Kavramlar arasında ayırım yapabilmişlerdir. Öğrencilerin doğru çözümlenebilmelerinin nedeni olarak önceki uygulamalarda yaşadığı deneyimler gösterilebilir. Önceki kavram karikatürü uygulamalarında üslü ifadelerle ilgili bilgilerindeki olumlu değişiklikler bu karikatür uygulamasına katkı sağlamıştır. Ayrıca şekilden görülmektedir ki öğrenciler kök alma kuralını doğru uygulamışlardır. İkinci kavram karikatürü uygulamasının da kök alma kuralı ile ilgili olması öğrencilere bu karikatürde olumlu etkilerde bulunmuştur. Karikatür uygulamasında birden fazla cevabın olması öğrencilerin hatalarını görmelerine neden olmuş olabilir. Karikatürde yer alan doğru çözümün olduğu karakteri bulabilmişlerdir. İkinci kavram karikatürü ile bu karikatürde yer alan kök içindeki kısımlar bakımından aynı olarak ifade edilmiştir. Sadece ilk köklü ifadenin dereceleri iki karikatürde farklıdır. Beşinci kavram karikatüründe yer alan soru “ $\sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} =$ ” bu şekilde iken ikinci kavram karikatürü uygulamasında kullanılan soru “ $\sqrt[3]{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} =$ ” şeklindedir. Görüldüğü gibi ikinci ve beşinci kavram karikatürlerinde ele alınan soru kök dereceleri hariç aynıdır. İkinci kavram karikatüründe ilk ifadenin derecesi üç iken, beşinci karikatürde derece iki olarak seçilmiştir. Burada öğrencilerin kökün derecesi değiştiğinde sonucu nasıl etkileyebileceğini görmeleri amaçlanmıştır.

Öğrencilerin bu karikatürde doğruya ulaşabilmesinde ikinci karikatürün yardımcı olduğu düşünülebilir. Öğrencilerin doğru cevaba ulaşmalarında önceki kavram karikatürü uygulamalarında yaşadığı olumlu deneyimlerin katkısı düşünülebilir. Öğrenciler ikinci karikatürde derecesi üç olarak seçilen soru ile bu sorunun çözümünü karşılaştırma olanağı bulmuşlardır. Burada kökün derecesini öğrenciler iki olarak kabullenmiştir. İki farklı derece yazdığı anda sorunun yanlış olduğunu düşünmektedirler. Bireysel soru kâğıtlarında, ikinci kavram karikatüründe kökün derecesi üç iken öğrenciler onu iki olarak çözmeye çalışmışlardır. Oysa karikatürlerde kendi yaptıkları hataların farkına varmışlardır. Aşağıda bir grup içinde gözlenen tartışma sunulmuştur:

Ö5: “Ben ders başında yanlış yapmıştım. $3+4=7$ olarak çıkarmıştım.

Ö8: “Karikatürdeki Veli de senin gibi yapmış.”

Ö17: “Toplama var arada direk sadeleştirme yapamazsın ki.

Ö23: “Bak, Aysun önce kökün içini çözmüş, doğru yapmış.

Ö5: “Şu an anladım Aysun doğru yapmış.”

Diğer bir gruptaki öğrencilerden Ö30 uygulama öncesinde hatalı çözüm yapmıştı. Uygulama sırasında öğretmene “Öğretmenim, farklı çözümleri görünce ben ders başında yanlış yaptığımı şimdi fark ettim.” Uygulamadaki sorunun ikinci uygulamadaki soru ile benzer olmasından dolayı gruptaki öğrenciler karikatürdeki çözümleri daha iyi anladıkları düşünülebilir. Doğru çözüme daha iyi karar verebilmişlerdir. Öğrencilerin doğru karakteri bulabilmesinde grup arkadaşlarıyla birlikte karar vermeleri etkili olmuştur. Başka bir grup içinde tartışma ortamının oluştuğu gözlenmiştir. Öğretmen tarafından grup içindeki konuşmalar şu şekilde gözlenmiştir.

Ö6: “*Bu karikatürdeki soru ikinci soruya benzemiyor mu?*”

Ö4: “*Evet, dereceler farklı sadece.*”

Ö12: “*Bu karikatür, ikinci karikatüre göre daha kolay geldi bana*”

Ö20: “*Sizce de Aysun doğru yapmış değil mi?*”

Grup içindeki bu tartışmalar aracılığıyla hataların düzeltilmeye çalışıldığı, bu anlamda ikinci karikatürün de etkili olduğu gözlenmiştir. Kavram karikatürleri öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkararak, öğrencileri tartışmaya teşvik etmiştir. Öğrenciler bu karikatürü ikinci karikatüre göre daha iyi yorumlamış, derecenin iki olması onlara daha yakın gelmiştir. Uygulanan bu son kavram karikatürü de genel anlamda başarılı olmuştur. Uygulama öncesinde hatalı çözümlerde bulunan öğrenciler uygulama ile hatalarının farkına varabilmişlerdir. Öğrenci gruplarından ikisine, doğru yaptıkları ve nedenlerini gerekçeleri ile açıkladıkları için ödül olarak matematik test kitabı hediye edilmiştir. Başarılı olan gruplar çok mutlu olmuşlardır. Kavram karikatürleri sınıf içinde tartışma ortamı oluşturmada öğrencilerin düşünebilmesinde ve araştırmasında faydalı bir araçtır.

4.3. Kavram Karikatürlerinin Kullanıldığı Öğrenme Ortamı ile İlgili Öğrenci Görüşleri

Kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamları ile ilgili uygulamalardan sonra beş öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Kavram karikatürleri uygulaması tamamlandıktan sonra sınıf içinden rastgele seçilen beş öğrenciye sırasıyla aşağıdaki sorular yöneltilmiştir. Diyalogda geçen öğrenci isimleri araştırmacı tarafından yazılan takma isimlerdir. İlk olarak Murat ile mülakat yapılmıştır. Sonrasında ise sırasıyla Esra, Fatma, Elif ve Yunus ile mülakat gerçekleştirilmiştir. Yapılan mülakatlar ile öğrencilerin kavram karikatürü uygulaması ile kazandıklarını belirleyebilmek, bu çalışmanın öğrenciler üzerindeki etkisini görebilmek, üslû ve köklü ifadeler konularına olan

ilgilerindeki değişikliği gözlemleyebilmek, uygulamanın öğrencinin tutumlarından olumlu veya olumsuz yanlarını anlayabilmek, matematik dersini sevme veya matematik dersinden korkma gibi tutumlar açısından öğrencilerdeki değişiklikleri tespit edebilmek vb. amaçlanmıştır. Aşağıda ilk öğrenciyle yapılan mülakattan örnek bir alıntı sunulmuştur.

Öğretmen: *Karikatür çalışması sana neler kazandırdı?*

Murat: *Daha zevkli bir şekilde işlemiş olduk. Hiç unutmayacağım. Önce ki dersler aklımda kalmamıştı. Kendimi mutlu hissediyorum. Karikatür çalışması aklımda kaldı.*

Öğretmen: *Peki ders başında dağıtılan açık uçlu sorulardan oluşan test kâğıtlarında hata yapmış mıydın?*

Murat: *Mesela dağıtılan ikinci soruda yaptım, yani problemi çözerken işlemi yaparken yanlış yaptım. Soruda ki derecesi üç olan köklü ifadenin derecesini iki olarak almıştım. Sonra karikatürle ders işlerken baloncuklardaki işlemlere baktım, daha iyi öğrendim.*

Yukarıdaki diyalogda, karikatürlerle işlenen derslerin öğrenciyi hem duyuşsal yönden olumlu yönde etkilediği hem de ders öncesindeki anlayışını gözden geçirmesine yardımcı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda kavram karikatürlerine dayalı uygulamaların öğrencideki zorluk ve yanlışların giderilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Yine karikatür uygulamasından dolayı öğrencinin matematik dersine yönelik tutumunda değişiklik olup olmadığı ile ilgili bir soru yöneltilmiş ve mülakatta aşağıdaki gibi bir diyalog geçmiştir.

Öğretmen: *Matematiğe karşı bu uygulamadan önce neler hissediyordun? Şimdi neler hissediyorsun? Ne gibi değişiklikler oldu? Değişt mi düşüncelerin?*

Murat: *Aslında ben matematiği severim. Sevdiğim derslerin arasındadır. Bundan önce de bazı konularda zorlanıyordum. Daha önceki senelerde de... Ama karikatürlerle daha eğlenceli olduğu için daha iyi anlamaya başladım. Daha iyi öğrendim sanki.*

Yukarıdaki alıntıda görüldüğü gibi, Murat karikatürlerle işlenen dersleri eğlenceli olduğu için daha iyi anladığını ifade etmiştir. Öğretmen kavram karikatürü uygulamasında üslü ifadelerle ilgili Murat'ın hangi kısımlarda zorlandığını öğrenmek için aşağıdaki soruyu yöneltmiştir.

Öğretmen: “Karikatürlerle ders işlemek eğlenceliydi.” dedin. Peki üslü ifadelerin en çok hangi işlemlerinde zorlandın?

Murat: En çok üssü negatif olanlarda zorlandım. Üssü negatif olanlarla işlem yapamıyordum. Fakat karikatürle ders işledikten sonra negatif olanlarla işlem yapmak daha kolay geliyor. Kendi hatalarımın farkına karikatürle vardım...

Murat'ın yukarıdaki ifadeleri, kavram karikatürlerinin öğrencilerin kendi yaptıkları hataların gün yüzüne çıkarılmasında fark edilmesinde etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Yine Murat'ın üslü ve köklü ifadeler konularıyla ilgili genel düşüncelerini öğrenmek için aşağıdaki gibi bir soru yöneltmiştir.

Öğretmen: Üslü ve köklü ifadeler konularını öğrendin mi?

Murat: Bu konulardan çok korkuyordum. En azından zor buluyordum ama karikatürlerle daha akılda kalıcı olduğu için daha etkili oldu. Öğrendiğimi söyleyebilirim.

Murat'ın yukarıdaki görüşleri, öncesinde öğrenmede güçlük yaşadığı ve bu nedenle kaygılandığı üslü ve köklü ifadeler konusunda kavram karikatürü kullanımının olumlu etkisini yansıtmaktadır.

Birinci öğrenci ile görüşme tamamlandıktan sonra ikinci öğrenci ile görüşme yapılmıştır. İkinci öğrencinin ismi Esra'dır. İkinci öğrenciye de kavram karikatürünün olumlu veya olumsuz yönlerini belirleyecek sorular sorulmuştur. Birinci öğrenciye sorulan sorular ile paralel düzeydedir. İkinci öğrenci ile yapılan görüşmeden bazı kesitler aşağıda sunulmuştur.

Öğretmen: Karikatür çalışması sana neler kazandırdı?

Esra: Ben bu çalışma sonunda eğlendirici, güldürücü böyle komik şeyler kazandım. En önemlisi matematikten korkmama becerisini kazandım. Kitap okumayı çok severim. Matematik kitaplarından uzak dururdum. Artık sevmeye başladım.

Esra'nın yukarıdaki ifadelerinden görülmektedir ki matematik dersine karşı olumlu duygular yansıtmıştır. Öğretmen kavram karikatürü uygulamasında üslü ifadelerle ilgili Esra'nın hangi açık uçlu soruda zorlandığını anlayabilmek için aşağıdaki soruyu yöneltmiştir.

Öğretmen: Ders başında dağıtılan açık uçlu sorulardan oluşan test kâğıtlarında hata yapmış mıydın?

Esra: İkinci ve üçüncü açık uçlu soruda zorlandım. İkinci soruda kökün içindeki sayıların üssü vardı ve toplama vardı. Kafam karıştı. Üçüncü soruda ise sayının sıfırcı kuvvetini anlayamadım.

Öğretmen: Matematiğe karşı bu uygulamadan önce neler hissediyordun? Şimdi neler hissediyorsun? Ne gibi değişiklikler oldu? Değişti mi düşüncelerin?"

Esra: Daha önceki derslerde negatifler, pozitifler çok fazla kafam karışıyordu. Bizim öğretmenimiz de böyle slayt falan izletmek istiyordu ama imkânı sağlayamıyordu. Karikatürle ders işlenince benim aklımda kaldı. Çok iyi olduğunu düşünüyorum.

Görüldüğü gibi, negatif üslü ifadelerde Esra zorlanmaktadır. Karikatürle ders işlendikten sonra karıştırdığı yerlerin aklında kaldığını yukarıdaki görüşmede belirtmiştir. Öğrencide bu konuyla ilgili yaşanan zorluğa kavram karikatürleri olumlu yönde fayda sağladığı görülmektedir. Öğretmen, daha öncesinde zorluk yaşayan Esra'nın üslü ve köklü ifadeler konularına olan tutumunu öğrenmek için aşağıdaki soruyu yöneltmiştir.

Öğretmen: Üslü ve köklü ifadeler konularını öğrendin mi?

Esra: Evet, önceye göre daha iyi yapabiliyim.

Esra ile yapılan görüşme sonucunda kavram karikatürlerinin kavram yanlışlarını gidermede olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Yukarıdaki diyalogdan görüldüğü gibi öğrenci üslü ve köklü ifadeler konularını artık daha iyi yapabileceğini ifade etmektedir. İkinci öğrenci ile yapılan görüşme sonrasında, Fatma ile görüşme yapılmıştır. Aşağıda bu görüşmeden bazı diyaloglar sunulmuştur. Bu öğrenciye yöneltilen sorular, diğer öğrencilere sorulan sorular ile aynıdır.

Öğretmen: *Karikatür çalışması sana neler kazandırdı?*

Fatma: *Üslü ifadelerle ilgili toplama, çıkarma yani daha eğlenceli hale getirdi bunları. Daha da beynimize girmesini sağladı.*

Öğretmen, Fatma'nın ders başında dağıtılan açık uçlu sorularla ilgili hangi soruda zorlandığını anlamak için aşağıdaki soruları yöneltilmiştir.

Öğretmen: *Ders başında dağıtılan açık uçlu sorulardan oluşan test kâğıtlarında hata yapmış mıydın?*

Fatma: *Yaptım, köklü ifadelerle ilgili olan dördüncü soruda yanlış yaptım. Sonra karikatürdeki işlemlere baktım, bakınca dikkatimi çekti. Yanlış yaptığımı anladım.*

Öğretmen: *Matematiğe karşı bu uygulamadan önce neler hissediyordun? Şimdi neler hissediyorsun? Ne gibi değişiklikler oldu? Değişti mi düşüncelerin?*

Fatma: *Evet düşüncelerim değişti. Artık dersi daha eğlenceli görüyorum. Bu konuları resim olarak karşımızda görünce daha eğlenceli hale geldi. Yani karşımızda olunca daha da anlayabiliyorum biraz daha. Değişti yani düşüncelerim.*

Yukarıda görüldüğü gibi Fatma'nın matematik dersine olan bakış açısının olumlu olarak değiştiği söylenebilir. Üslü ifadelerde toplama ve çıkarma işlemlerinde zorlanırken, karikatürle ders işlendikten sonra konuyu daha eğlenceli bulduğunu ifade etmiştir.

Öğretmen: *Üslü ve köklü ifadeler konularını öğrendin mi?*

Fatma: *Grup arkadaşlarımda bende öğrendiğimizi düşünüyoruz. Bu konular daha eğlenceli geliyor artık.*

Fatma, ders başında yöneltilen açık uçlu testte dördüncü soruyu çözerken zorlandığını ifade etmiştir. Kavram karikatürleri ile yapılan uygulamanın Fatma’da yaşanan bu zorluğu gidermede olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Üçüncü öğrenci ile yapılan görüşme sonucunda öğrencinin grup çalışmasından oldukça memnun kaldığı ifade edilmiştir. Fatma, köklü ifadelerle ilgili olan dördüncü soruda zorluk yaşadığını dile getirmiştir. Ayrıca hatalı çözümünü, kavram karikatürlü uygulamada fark ettiğini ifade etmiştir. Fatma’nın yukarıdaki ifadeleri, kavram karikatürlerinin öğrencilerin yaşadıkları zorlukların ortaya çıkarmada ve yaptıkları hataların farkına varılmasında etkili bir uygulama olabileceğini göstermektedir.

Fatma ile görüşme sonlandıktan sonra Elif ile görüşülmüştür. Öğrenci ile görüşmeden alınan bazı diyaloglar aşağıda verilmiştir.

Öğretmen: *Siz karikatürlerle bir ders yaptınız. Bu konuyu karikatürlerle işlediniz. Karikatür çalışması sana neler kazandırdı?*

Elif: *Karikatür çalışması bana dersi sevdirdi. Matematik dersinden çok hoşlanmıyordum. Artık seviyorum dersi. Üslü ve köklü ifadeleri bazen yapamıyordum, artık kendime güveniyorum.*

Yukarıdaki diyalogdan hareketle kavram karikatürleri uygulamasının dersi daha zevkli hale getirdiği söylenebilir. Öğretmen dağıtılan açık uçlu testte, üslü ifadelerle ilgili Elif’in zorladığı kısımları öğrenebilmek için aşağıdaki soruları yöneltmiştir.

Öğretmen: *Ders başında dağıtılan açık uçlu sorulardan oluşan test kâğıtlarında hata yapmış mıydın?*

Elif: *Dördüncü soruda çok zorlandım. Üslü ifadelerle bölme işleminde daha çok zorlandım. Bölme işleminde bazen işaretler karışık oluyor. Ders başında dağıtılan test kâğıdında çözmekte zorlandım.*

Öğretmen: *Matematiğe karşı bu uygulamadan önce neler hissediyordun? Şimdi neler hissediyorsun? Ne gibi değişiklikler oldu? Değişti mi düşüncelerin?"*

Elif: *Matematik dersi artık daha zevkli geliyor. Önceden sıkılabiliyorduk, konular çok zordu. Olumlu etkisi olduğunu düşünüyorum. Arkadaşlarım hoca ders işlerken ya telefonla oynuyordu ya da birbirleriyle konuşuyordu. Ama karikatür onların ilgisini çekti. Dersi istekli dinliyorlardı.*

Öğretmen: *Üslü ve köklü ifadeler konularını öğrendin mi?*

Elif: *Öncesine göre üslü ve köklü ifadelerle ilgili işlemler daha basit geliyor.*

Elif, dağıtılan testte dördüncü soruda zorlandığını ifade etmiştir. Ayrıca yapılan görüşmede kavram karikatürleriyle yapılan uygulama sınıf üzerinde de olumlu yönde etkiye sahip olduğu görülmektedir. Elif ile yapılan mülakattan sonra Yunus ile görüşme yapılmıştır. Yapılan görüşmeden bazı alıntılar aşağıda sunulmuştur.

Öğretmen: *Karikatür çalışması sana neler kazandırdı?*

Yunus: *Görsel olduğu için daha iyi ders işledik, daha iyi anladık. Görsellerle konuyu daha iyi kavrayabildik. Köklü ve üslü ifadelerde çarpmayı, çıkarmayı, bölmeyi, toplamayı öğrendim. Sadece toplama ve çıkarmada ilk önce zorlanmışım ama karikatürler daha yardımcı oldu.*

Yukarıda görüldüğü gibi Yunus kavram karikatürleriyle ders işlemekten memnun olduğunu ifade etmiştir. Üslü ve köklü ifadelerde toplama, çıkarma, çarpma ve bölmeyi daha iyi kavradığını belirtmiştir.

Öğretmen: *Ders başında dağıtılan açık uçlu sorulardan oluşan test kâğıtlarında hata yapmış mıydın?*

Yunus: *Ders başında testte soruyu görünce tam olarak çözemedim. Kuralları hatırlayamadım.*

Yunus ile yapılan görüşmeden hareketle kavram karikatürlerinin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu söylenebilir. Görüşüne başvuru son öğrenci üslü ve köklü ifadelerde toplama ve çıkarma işleminde zorlanırken, uygulama sonrası daha iyi anladığını ifade etmiştir.

Öğretmen: *Matematiğe karşı bu uygulamadan önce neler hissediyordun? Şimdi neler hissediyorsun? Ne gibi değişiklikler oldu? Değişti mi düşüncelerin?*

Yunus: *Fakat karikatürle ders işledikten sonra unuttuğum formüller daha iyi aklımda kaldı. Arkadaşlarımda anladılar, daha derse bağlandılar bu şekilde. Grup olduğumuz için birbirimize anlamadığımız yerleri de anlattık, kaynaştık.*

Öğretmen: *Üslü ve köklü ifadeler konularını öğrendin mi?*

Yunus: *Üslü ifadeler konusunda çok zorlanıyordum. Formüller aklımda kaldı. Öğrendim galiba.*

Beş öğrenci ile yapılan görüşmeler, kavram karikatürlerinin öğrencilerin yaptıkları hataların fark edilmesinde önemli bir materyal olabileceğini göstermektedir. Uygulamaların öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışları tamamen ortadan kaldırılmasa bile anlamalarını sağlama yönünde olumlu etkisi olmuştur. Öğrencilerde yaşanan zorlukların, hatalı çözümlerin kavram karikatürleri yardımıyla aydınlığa kavuştuğu söylenebilir. Yine matematik dersini sevmeyen öğrencilerin bu küçük uygulama sayesinde matematiğe olan tutumlarının değişebildiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerde matematik dersine olan ön yargı da değişebilmiş, öğrenci ifadelerine göre dersi sevmeyen öğrenciler dersi sever hale gelmiştir. Kavram karikatürü uygulamaları matematik dersini daha zevkli hale getirmiştir.

Matematik dersinde aktif olmayan öğrencilerin derse katılımlarının kavram karikatürü uygulamalarıyla sağlandığı mülakatlarda da doğrulanmıştır. Diğer yandan, üslü ve köklü ifadeler konularında zorluk yaşayan öğrenciler kavram karikatürü uygulamaları ile yaşadıkları zorlukların giderildiğini ifade etmişlerdir. Yine, öğrenciler matematik dersinde karikatür kullanımıyla matematiğin daha kolay anlaşılır bir ders olduğunu ve kavram karikatürlerinin matematik dersinde başarıyı artırıcı yönde bir etkide bulunduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilere göre, matematik dersinde karikatür kullanımı, yorum yeteneklerinin ve hayal güçlerinin gelişmesine katkı sağlamıştır.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öğrencilerin üslü ve köklü ifadeler konularında yaptıkları ortak hataların ve kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve kavram karikatürleri kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamında öğrencilerdeki değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

5.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın birinci alt problemi “Öğrencilerin üslü ve köklü ifadelerde yaşadıkları zorluklarla ilgili matematik öğretmenlerinin düşünceleri nelerdir” olarak belirlenmiştir. Çalışmada, bu düşüncelerden ve alan yazın araştırmasından hareketle üslü ve köklü ifadelerle ilgili kavram karikatürleri kullanılarak bir öğrenme ortamı oluşturulmuştur. Literatür incelendiğinde bu konularda öğrenci düşünceleriyle ilgili öğretmen görüşlerine sıkça rastlanmaktadır. Üslü ve köklü ifadelerle ilgili farklı çalışma grupları ile yapılan araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin zorlandıkları kısımlar şu şekilde belirtilmiştir: verilen köklü ifadenin sayı doğrusundaki yerini tespit edememe dolayısıyla da büyüklüğüne karar verememe, köklü bir ifadeyi üslü ifade şeklinde yazamama, verilen her x tam sayısı için $\sqrt{x^2} = x$ eşitliğinin doğru olduğunu varsaymaları şeklindedir. Ayrıca literatürde verilen herhangi bir sayının karesinin karekökü ile karekökünün karesinin aynı olduğunu düşünme ve aralarındaki ilişkiyi bulamama, üslü ifadelerin kareköklerini bulmada zorlanma, $\sqrt{a \cdot b} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b}$ eşitliğinin her a , b sayısı için doğru olduğunu düşünme gibi kavram yanlışlarına yer verilmiştir (Duatepe, 2008; Sirotic, 1998; Şenay, 2002). Bunlara ek olarak köklü terimin kuvvetini alma konusunda zorluklar, köklü ifadelerde toplama, çıkarma gibi dört işlem becerilerinde karşılaşılan zorluklar, köklü ifadelerde toplama ve çıkarma işlemlerinin yanı sıra çarpma ve bölme işlemlerinde yaşanan zorluklar olarak karşılaşılmıştır. Bu zorlukların yanı sıra $\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$ olduğunu düşünme, $\sqrt{a + b} = \sqrt{a} + \sqrt{b}$ olduğunu düşünme gibi öğretmen görüşlerine yer verilmiştir (Orhun, 1998; Cengiz, 2006; Baki ve Kutluca, 2009; Bayram, 2013; Çelik ve Özdemir, 2011). Bu çalışmada da öğretmenlerin öğrencilerin yanlışları ile ilgili düşünceleri, sıralanan bu zorluklardan bazılarıyla bağdaşmaktadır. Literatürdeki

çalışmalarla uyumlu veya uyumlu olmayan yönler aşağıda daha detaylı olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada görüşüne başvurulmuş Leyla öğretmen öğrencilerinin köklü ifadelerin çarpımında köklerin katsayılarını çarpmayı unuttuklarını ifade etmiştir. Ayrıca görüş formunda öğrencilerinin sık yaptığı hatalardan biri olarak “ $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ ” örneğini vermiştir. Görüşüne başvurulmuş öğretmen bu yanlışın öğrencilerin kuralı unutmış olabileceğinden kaynaklandığını ifade etmiştir. Cengiz (2006) çalışmasında öğrencilerin kareköklü ifadelerin çarpımında öğrencilerin sadece katsayılarını çaptıklarını ifade etmiştir. Aydın (2011) çalışmasında öğrencilerin üslü ve köklü ifadelerin çarpımında kavram yanlışlarının olduğuna yer vermiştir. Literatürden örnek verilen öğretmen görüşleriyle bu çalışmadaki öğretmen görüşü uyumluluk göstermektedir. Görüşüne başvurulmuş Leyla öğretmen öğrencilerinin yaşadığı diğer bir zorluk olarak denklem çözerken öğrencilerinin bazılarının negatif kökü unuttuklarını ifade etmiştir. Görüş formunda “ $x^2 = 9$ denkleminin köklerini bulurken öğrencilerinden bir kısmının sadece $x = +3$ dediklerini” ifade etmiştir. Literatüre bakıldığında Roach, Gibson ve Weber (2004) çalışmasında bu çalışmayla paralel görüşe yer verilmiştir. Öğrencilerin üslü ifadenin köklerini bulmadaki yaşadığı yanlış/zorluk literatürde de karşılaşılmıştır.

Çalışmada görüşüne başvurulmuş Aslı öğretmen öğrencilerinin $\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$ eşitliğinin doğru olduğunu sanarak $\sqrt{3^2 + 4^2} = 3 + 4 = 7$ gibi işlemler yaptıklarını öngörmüştür. Orhun (1998) çalışmasında öğrencilerin köklü ifadelerin iç kısımlarındaki toplama işlemini yanlış çözerken, kök dışına hatalı çıkardıklarını belirtmiştir ve öğrencilerin $\sqrt{x^2 + y^2} = x + y$ eşitliğinin doğru olduğunu düşündüklerini ifade etmiştir. Görüldüğü gibi bu çalışmadaki öğretmen görüşüyle Orhun’un çalışma sonuçları paralellik göstermektedir. Araştırmada bazı öğrencilerin Orhun’un çalışmasındaki gibi hata yaptığı gözlenmiştir. Yukarıdaki bilgiler ışığında görülmektedir ki bu çalışmada tespit edilen kavram yanlışlığı ve literatürden örnek sunulan kavram yanlışlığı ortaktır. Yani, literatürdeki araştırma bulguları ile çalışmada görüşme yapılan öğretmenlerin düşünceleri örtüşmektedir.

Bu çalışmada görüşüne başvurulmuş Aslı öğretmen öğrencilerinden bazılarının $\sqrt[m]{a^n} = a^{n/m}$ eşitliğini $\sqrt[m]{a^n} = a^{n.m}$ olarak düşündüklerini ifade etmiştir. Duatpe’nin (2008) çalışmasında köklü ifadelerin üslü ifade biçiminde yazılmasında bazı öğrencilerin

zorluk yaşadığı ve öğrencilerin $\sqrt[a]{x^b} = x^{b/a}$ eşitliğini iyice anlaması gerektiği vurgulanmıştır. Görüldüğü gibi bu çalışma literatürden örnek verilen Duatepe'nin çalışma sonucu ile aynı doğrultudadır. Çalışmada Salih öğretmen görüş formunda bazı öğrencilerinin $\sqrt{x^2} = x$ eşitliğini sadece pozitif sayılar için uyguladıklarını ve negatif sayılara da uygulaması ile ilgili hata yaptıklarını ifade etmiştir. Temel ve Eroğlu (2014) çalışmasında bazı öğrencilerin tam kare sayıların kareköklerini sadece doğal sayı olarak düşündüklerini, kök dışına sadece pozitif olarak çıkardıklarını ve negatif olarak da çıkarılabileceğini düşünmediklerini ifade etmiştir. Çalışmada yer alan Salih öğretmenin bu görüşü Temel ve Eroğlu'nun çalışmasındaki sonuçla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada öğretmenler öğrencilerin bir kısmının negatif üs almada zorluk yaşadığını ifade etmişlerdir. Crider'in (1998) çalışmasında da öğrencilerin negatif üssü alırken, eksi işaretini tabanın başına koydukları belirtilmiştir. Bayram (2013) öğrencilerin üslü ifadelerin çarpımında tabanı negatif sayılarda çarpma işlemi yapılırken işaretlerin çarpımlarında zorlandıklarını ifade etmiştir ve öğrencilerin bir üslü ifadede negatif üssün tabandaki sayıyı ters çevirmek anlamına geldiğini bilmediğini ve negatif üsle ilgili sorularda bazı hatalar yaptıklarını belirtmiştir. Bu çalışmadaki öğretmen görüşleri ile literatürde sunulan öğretmen / araştırmacı görüşüne göre öğrencilerde tespit edilen kavram yanılgısının ortak olduğu görülmektedir. Yani literatürdeki bu iki çalışma ile araştırma bu sonuç bakımından paralellik göstermektedir. Yine Avcu (2010) çalışmasında öğrencilerin üslü ifadeleri karşılaştırırken zorluk yaşadıklarını ifade etmiştir. Tabanın veya kuvvetin negatif olduğu karşılaştırma sorularında öğrencilerinin yanıldıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada ise görüşüne başvuru olan öğretmenlerden bu durum ile ilgili görüş belirten olmamıştır.

Araştırmada görüşüne başvuru olan Ayşe öğretmen görüş formunda yaptığı açıklamalarda, üslü ifadelerin hesaplanması ile ilgili yaşanan zorluklardan biri olarak öğrencilerin üslü ifadelerde hesaplama yaparken üstteki sayıyı tabanın yanına yazarak çarpma işlemi yaptıklarını ve böylece yanlış sonuca ulaştıklarını belirtmiştir ve " $2^2 = 2 \times 2 = 4$ ve $2^3 = 2 \times 3 = 6$ " örneklerini vermiştir. Yazır ve Akkoç (2017) çalışmasında öğrencilerin bir üslü ifadenin değerini bulmaya çalışırken yaşadıkları zorluklardan bahsetmiştir. Yaşanılan bu zorluklardan birinin de taban ile üssün çarpılması olarak ifade etmiştir. Görüldüğü gibi bu çalışmadaki öğretmen görüşü, Yazır ve Akkoç'un çalışmasındaki sonuçla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada görüşüne başvuru olan Ayşe öğretmen öğrencilerden bir kısmının sayının sıfırcı kuvvetini hesaplarken sonucu sıfır olarak bulduklarını ifade etmiştir. İymen (2012) ve Crider'in (1998) çalışmalarında öğrencilerin sayıların sıfırcı kuvvetini algılayamadıkları belirtilmiştir. Cengiz (2006), Crider (1998) ve İymen'in (2012) çalışmalarındaki sayıların sıfırcı kuvvetine ilişkin görüşleri bu çalışmadaki öğretmen görüşüyle örtüşmektedir. Aşık (2010) çalışmasında sıfır sayısının sıfırcı kuvvetinin bazı öğrencilerin 1 olarak algıladığını ve bazı öğrencilerinde sonsuz olarak algıladıklarını ifade etmiştir.

Bu çalışmada görüşüne başvuru olan Aslı öğretmen öğrencilerin tam kare olmayan sayıların karekökünü aldıklarında, yaklaşık olarak hangi sayıya eşit olduklarını anlamadıklarını ifade etmiştir. Kök dışına tam sayı olarak çıkamayan sayıların, yaklaşık olarak hangi sayılar arasında olacağı konusunda öğrencilerin zorluk çektiklerini formda belirtmiştir. Aslı öğretmen görüş formunda “ $\sqrt{7}$ sayısının büyüklüğüne karar verme” ile ilgili örnek vermiştir. Özkan ve diğ. (2012) ve Şenay'ın (2002) çalışmalarında köklü ifadelerin büyüklüğüne karar verme ile ilgili bulgular mevcuttur. Literatürden örnek verilen öğretmen görüşü ile bu çalışmadaki görüşüne başvuru olan öğretmenin düşünceleri görüldüğü üzere ortaktır. Ayrıca Sirotic (1998) çalışmasında bazı matematik öğretmen adaylarının bile köklü ifadenin yaklaşık olarak hangi sayıya eşit olacağını karar veremediklerini ve hangi sayılar arasında yer alacağını tahmin edemediklerini belirtmiştir. Literatürle bu çalışma öğretmen görüşleri bakımından paralellik göstermektedir. Fakat bu çalışmada köklü ifadenin büyüklüğüne karar verme ile ilgili herhangi bir karikatür uygulaması yapılmamıştır. Çalışmaya ayrılan ders saati sınırlı olduğundan dolayı bu özellikle ilgili karikatür uygulaması yapılmamıştır.

Çalışmada Leyla öğretmen x ve y pozitif gerçel sayılar için geçerli olan $\sqrt{x \cdot y} = \sqrt{x} \cdot \sqrt{y}$ eşitliği ile ilgili öğrencilerinin yaşadığı zorluktan bahsetmiştir. Görüş formunda Leyla öğretmen $\sqrt{(-9) \cdot (-4)} = \sqrt{-9} \cdot \sqrt{-4}$ eşitliğinin doğru olduğunu düşünen öğrencilerinin olduğunu belirtmiştir. Köklü ifadelerin özelliklerinden biri olan $\sqrt{a \times b} = \sqrt{a} \times \sqrt{b}$ eşitliğinin her a, b sayısı için doğru olduğunu düşünme ile ilgili bulgular literatürdeki bazı çalışmalarda mevcuttur (Sirotic, 1998; Orhun, 1998; Cengiz, 2006; Schechter, 2006; Şenay, 2002). Bazı çalışmalardaki öngörüler ile bu çalışmadaki görüşüne başvuru olan öğretmen görüşü paraleldir. Ayrıca bu çalışmada köklü ifadelerin bu özelliğiyle ilgili herhangi bir karikatür uygulaması yapılmamıştır. Öğretmen negatif

sayılarla kök içinde çarpma işleminin, ayrı ayrı çarpma şeklinde yazılması durumunda öğrencilerinin zorlanacaklarını düşünmüştür. Bu özellikle ilgili karikatür uygulamasına öğrencilerin düzeyinin üzerinde olabileceği düşünülerek çalışmada yer verilmemiştir.

Bu çalışmada Salih öğretmen üslü ifadelerde bölme işlemi ile ilgili öğrencilerinin zorluk yaşadığını ifade etmiştir. Görüşüne başvurulmuş öğretmen, tabanları aynı olan üslü ifadelerin bölünmesinde öğrencilerin üsleri birbirinden çıkarırken, tabanlarını da çıkardıklarını belirtmiştir. Salih öğretmen örnek olarak “ $\frac{2^4}{2^2} = (2 - 2)^{4-2} = 0^2 = 0$ ” işlemini görüş formunda belirtmiştir. Aydın (2011) ve Duatepe'nin (2008) çalışmalarında üslü ifadelerde bölme işlemi ile ilgili öğrencilerin yaşadıkları zorluklardan bahsedilmiştir. Görüldüğü gibi literatürden sunulan bulgular ile bu çalışmada yer alan öğretmen görüşü uyumluluk göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada üslü ifadelerde bölme işlemi içeren kavram karikatürü uygulaması yapılmamıştır. Çalışma sınırlı bir zaman diliminde gerçekleştiği için sadece üslü ifadelerde çarpma ile ilgili uygulama yapılabildiği bölme işlemi ile ilgili karikatür uygulaması yapılmamıştır.

5.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın ikinci alt problemi “Üslü ve köklü ifadelerle ilgili kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında ne tür deneyimler yaşanmıştır?” olarak belirlenmiştir. İlgili literatür incelendiğinde kavram karikatürlerinin etkilerinin incelendiği matematik eğitimi ve diğer alanlardaki çalışmaların yer aldığı görülmüştür. Ayrıca karikatür uygulaması öncesinde dağıtılan test sorularında öğrencilerde ortaya çıkan bazı yanlışlar literatürde verilen bazı çalışmalarla uyumluluk göstermektedir. Literatür tarandığında öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışları “sayıların sıfırcı kuvvetinin hatalı hesaplanması, köklü ifadelerin çarpımında sadece katsayıların çarpılması, üslü ifade hesaplanırken üs ile tabanın çarpılması, köklü ifadelerin büyüklüğüne karar verilememesi vb.” şeklindedir (Şenay, 2002; Cengiz, 2006; İymen 2012; Gökkurt Özdemir ve diğ., 2017). Bu çalışmada ise öğrencilerde “üslü ifade hesaplanırken taban ile üssün çarpılması, sayıların sıfırcı kuvvetinin sıfır olduğunun düşünülmesi, köklü ifadelerin çarpımında sadece katsayıların çarpılması, üslü ifadelerin çarpımında ki özelliklerin yanlış uygulanması” gibi kavram yanlışları ile karşılaşmıştır. Görüldüğü gibi literatürle ortak ve ortak olmayan kavram yanlışları öğrencilerde mevcuttur. Bütün (2012) çalışmasında öğrencilerin yaşadığı zorluk ve kavram

yanılgılarını öğrenci anlayışları olarak açıklamış ve öğretmenin öğrenci anlayışları ile ilgili bilgisinin, öğrencilerin çeşitli konu ve kavramlarla ilgili ön bilgilerini, yanılgılarını ve öğrenme zorluklarını bilmeyi kapsadığını belirtmiştir.

Çalışmada ders başında dağıtılan test sorusunda öğrencilerden bazılarının köklü ifadelerin çarpımında sadece katsayıları çarptığı gözlenmiştir. Ö7'nin kavram karikatürü uygulaması öncesinde test kağıdında görülen " $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ " şeklindeki cevabı buna örnek olarak verilebilir. Cengiz'in (2006) çalışmasında öğrencilerde kareköklü ifadelerin çarpımında öğrencilerin sadece katsayıları çarptıkları yanılgısı ortaya çıkmıştır. Literatürdeki çalışmada tespit edilen kavram yanılgısı bu araştırmada öğrencilerde gözlenen kavram yanılgısı ile uyumluluk göstermektedir. Kavram karikatürü uygulaması ile öğrencilerde görülen bu hatalı çözüm bazı öğrencilerde düzelmiştir.

Bu araştırmada öğrencilerin bir kısmının sayıların sıfırcı kuvvetini hesaplarken sonucun sıfıra eşit olduğunu düşündükleri görülmüştür. Ö4'ün ders başında öğretmen tarafından dağıtılan test sorusunda cevap olarak " $5^0 = 0$ " olarak bulması öğrencinin hatalı sonuç bulduğunu göstermektedir. Öğrencilerin verdikleri tüm cevaplar incelendiğinde, öğrencilerden bazılarında sayıların sıfırcı kuvvetini hesaplarken hatalar ve yanılgılar olduğu görülmüştür. Kavram karikatürü uygulaması ile bazı öğrencilerde görülen bu yanılgı / hatanın iyileştiği gözlenmiştir. Bayram'ın (2013) çalışmasında öğrencilerin bir sayının sıfırcı kuvvetini hesaplama ile ilgili kavram yanılgılarının olduğu görülmüştür. Öğrencilerin bir sayının sıfırcı kuvvetinin sayının kendisine veya sıfıra eşit olduğunu düşünme gibi bazı hatalar yaptıklarına rastlanmıştır. Crider'in (1998) çalışmasında öğrencilerin sayıların sıfırcı kuvveti ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca Cengiz (2006) çalışmasında 0 sayısının toplama işleminde etkisiz eleman olmasından dolayı öğrencilerin bir sayının sıfırcı kuvvetini de sıfır olarak algıladıklarını öngörmüştür. Bu çalışmadaki öğrencilerde görülen kavram yanılgısı literatürden örnek verilen çalışmayı desteklemektedir.

Söz konusu bu çalışmada kavram karikatürü uygulaması öncesi dağıtılan test sorusunda Ö5'in " $4^2 = 4 \times 2 = 8$ " şeklinde ki çözümü öğrencide kavram yanılgısının olduğunu göstermektedir. Gökkurt Özdemir ve diğ. (2017) çalışmasında öğrencilerin bir üslü ifadenin değerini bulmaya çalışırken ki yaşadıkları zorluklara yer verilmiştir. Öğrencilerden bazılarının taban ile üssü çarptıklarını ifade etmiştir. Cengiz'in çalışmasında öğrencilerde görülen kavram yanılgısına bu çalışmada da rastlanılmıştır.

Ayrıca Duatepe (2008) çalışmasında öğrencilerin yaşadığı zorluk / yanlış olarak üslü ifadenin hesaplanmasında taban ile üssün çarpıldığını ifade etmiştir. Görüldüğü gibi literatür tarandığında öğrencilerdeki kavram yanlışlarının ortak olduğu görülmüştür. Verilen örnek görüldüğü üzere literatürden alınan çalışma ile bu çalışmanın benzer sonuçlara sahip olduğunun bir kanıtıdır. Ders başında dağıtılan test sorularında üslü ifade hesaplamasında hatalar ve kavram yanlışları gözlenirken, kavram karikatürü uygulaması ile öğrencilerde yaşanan bu hataların bazı öğrencilerde düzeldiği gözlenmiştir.

Üslü ve köklü ifadeler konuları ile ilgili uygulanan bu kavram karikatürü uygulaması sınıf içinde tartışma ortamları oluşturduğu araştırmacı tarafından gözlenmiştir. Geleneksel yöntemle işlenen derslere göre karşılaştırma yapıldığında kavram karikatürü uygulaması sınıf içinde daha olumlu bir atmosfer sağlamıştır. Kavram karikatürü uygulanmadan önceki derslerde yeterince tartışma ortamı sağlanamazken kavram karikatürü uygulaması ile tartışma ortamı oluşmuştur. 2008 yılında ilköğretimde öğrenim görmekte olan öğrencilere matematik derslerinde kavram karikatürlerinin kullanılması ile ilgili bir özel durum çalışması yapılmıştır (Dabel, 2008). Çalışmada çarpma işleminin sonucunun verilen sayılara (sıfır, rasyonel sayı) bağlı olarak nasıl değişebileceğini belirlemeye yönelik bir tane kavram karikatürü kullanılmıştır. Ayrıca kavram karikatürlerinin matematik dersinde kullanışlı bir araç olduğuna değinilmiştir. Kavram karikatürü uygulamasının sınıf içinde tartışma ortamı sağlaması yönünden olumlu etkileri olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışma, araştırmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Araştırma bu bakımdan literatürü desteklemektedir.

Ders başında dağıtılan test sorularında üslü ifadelerde tabanlar aynı olduğunda çarpma ve bölme işlemlerinde hatalar ve kavram yanlışları gözlenirken, kavram karikatürü uygulaması ile yaşanan bu zorluğun bazı öğrencilerde giderildiği gözlenmiştir. Kavram karikatürleri öğrencide aktif katılım ve etkili öğrenmeyi sağlamıştır. Ders başında dağıtılan test sorusunda köklü ifadelerde dereceler ikiden farklı olduğunda öğrencilerin dereceyi iki olarak algıladığı gözlemlenmiştir. Kavram karikatürü ile uygulamadan sonra bazı öğrencilerin derecenin farkına vardıkları sonucu çıkarılmıştır. Ders başında öğrencilere sunulan test sorusunda sayının sıfırıncı kuvvetinin, öğrencilerde sonucunda sıfır olduğunu düşündükleri görülmüştür. Sıfır sayısının çarpmada yutan eleman olması, öğrencileri bu konuda da yutan eleman olarak düşündürdüğü gözlenmiştir. Kavram karikatürü uygulaması ile bazı öğrenciler yaşanan bu zorluğu olumlu yönde gidermişlerdir. Ayrıca kavram karikatürlerinin başarıyı artırdığı

literatürdeki bazı çalışmaların sonuçlarında da yer almaktadır (Rule ve Auge, 2005; Durualp, 2006). Bu çalışmada görüşüne başvurulanan Murat'ın *“Daha zevkli bir şekilde işlemiş olduk. Hiç unutmayacağım. Önce ki dersler aklımda kalmamıştı. Bugün ki ders aklımda kaldı. Kendimi mutlu hissediyorum. Mesela dağıtılan ikinci soruda hata yaptım, yani problemi çözerken işlemi yaparken yanlış yaptım. Sorudaki derecesi üç olan köklü ifadenin derecesini iki olarak almıştım. Sonra karikatürle ders işlerken baloncuklardaki işlemlere baktım, daha iyi öğrendim.”* şeklindeki açıklaması bunun bir göstergesi olabilir.

Bu çalışmadaki sınıf içi gözlemler, matematik dersini sevmeyen öğrencilerin bu küçük uygulama sayesinde matematiğe olan tutumlarının değişebildiğini ortaya çıkarmıştır. Kavram karikatürü uygulaması öncesinde öğrencilerin birçoğunda matematik dersine karşı olumlu tutum gözlenmezken karikatür uygulamasından sonra bu öğrencilerde olumlu tutum gözlenmiştir. Araştırma, öğrencilerin kavram karikatürlerinin uygulandığı matematik derslerinde daha dikkatli ve özveriyle çalıştıklarını ortaya çıkarmıştır. Derse katılmayan öğrencilerin de derste daha aktif olduğu araştırmacı tarafından gözlenmiştir. Kavram karikatürü uygulamasından sonra öğrencilerin matematik dersindeki davranışları olumlu yönde değişiklik göstermiştir. Uygulama öncesinde öğrencilerde gözlenen derse dikkatlerini verememe ve derste aktif olmama gibi davranışlar karikatür uygulaması ile bazı öğrencilerde düzelme göstermiştir. Glenn (2002) çalışmasında kavram karikatürlerinin öğrencilerde olumlu tutumu sağladığını ifade etmiştir (Glenn, 2002; Akt: Rule, Sallis ve Donaldson 2008). Benzer şekilde Üner (2009) çalışmasında kavram karikatürleriyle yapılan öğretimin öğrencilerin matematik dersine olan tutumlarına olan etkilerini incelemiştir. Ayrıca karikatürlerle yapılan öğretimin öğrencilerin matematik başarılarına olan olumlu etkilerinden bahsetmiştir. Öğrencilerin kavram karikatürleri ile olan öğretimi geleneksel öğretime göre daha anlamlı bulduklarını ifade etmiştir. Araştırma, bu çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Özalp'ın yapmış olduğu çalışmada, karikatür tekniğinin ders kitabına karşı tutumu olumlu yönde değiştirdiği, bilgiyi anlamlandırmada daha kalıcı olduğu, öğrenmeyi kolaylaştırdığı, öğrencilerin derse olan ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Özalp, 2006). Bu sonuçla araştırmadan elde edilen bulgular birbirini desteklemektedir. Ayrıca Güler ve diğ. (2013) karikatürle desteklenen öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarısını ve matematiğe yönelik tutumunu olumlu veya olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları söz konusu bu çalışma ile uyumluluk göstermemektedir.

Bu çalışmanın sonucunda öğrencilerin üslü ve köklü ifadeler konularını algılamasında olumlu değişiklikler görülmüştür. Sexton (2008) çalışmasında matematik dersinde kavram karikatürlerinin kullanımını incelemiştir. Çalışma sonucunda kavram karikatürlerinin matematik öğrenme ortamlarındaki olumlu etkilerinden bahsetmiştir. Öğrencilerin matematik dersini algılamada başarılı bir araç olduğunu ifade etmiştir (akt. Sexton vd., 2009). Bu çalışma ile araştırma sonucu paralellik göstermektedir.

Durmaz (2007) tarafından ilköğretim 8. sınıf, Fen ve Teknoloji dersi Mitoz-Mayoz Hücre Bölünmeleri konusunda uygulanan kavram karikatürleri ile öğretimin, öğrencilerin duyuşsal özelliklerine olumlu katkıları olduğu sonucuna varılmıştır. Yine bu çalışma ile araştırmanın sonuçları uyusmaktadır. Araştırmada karikatürlerle işlenen derslerin öğrenciyi hem duyuşsal yönden olumlu yönde etkilediği hem de ders öncesindeki anlayışını gözden geçirmesine yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır. Kavram karikatürlerinin öğrencilerin başarılarına ve özellikle duyuşsal özelliklerine olumlu katkıda bulunduğu görülmüştür. Wilson'ın (1998) çalışmasında kavram karikatürlerinin matematik dersinin öğretiminde ve öğrencilerin duyuşsal özelliklerinin geliştirilmesinde önemli olacağı bulgusuyla, araştırmanın bulguları uyumluluk göstermektedir. Araştırma bu yönden literatürden örnek verilen çalışmalarla bağdaşmaktadır.

Bu araştırmada kavram karikatürlerinin, kavram yanlışlarının altında yatan nedenleri ortaya çıkarmada, öğrenciyi araştırma ve sorgulamaya sevk etmede, öğrencilerin yaşadıkları zorlukların iyileştirilmesinde etkili bir araç olduğu sonucuna varılmıştır. Kabapınar (2005) tarafından yapılmış olan çalışmada kavram karikatürleri kullanılmıştır. İlköğretim 4. ve 5. sınıflar üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada kavram karikatürleri yapılandırmacı görüşü temel alan bir öğretim yöntemi olarak verilmiştir. Kavram karikatürlerinin öğrenciyi araştırmaya sevk ettiğini, kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bu çalışma araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Bu yüzden söz konusu çalışma ile araştırma sonuçları bağdaşmaktadır.

Araştırmada öğrenci görüşlerinden ve uygulama sonuçlarından öğrencilerin derse olan ilgisinin arttığı ve öğrenmelerinin kolaylaştığı sonucuna varılmıştır. Yunus'un "*Üslü ifadeler konusunda çok zorlanıyordum. Formüller aklımda kaldı. Öğrendim galiba.*" şeklindeki ifadesi araştırmacının görüşünü desteklemektedir. Gölge ve Saraçoğlu

(2011), fen ve teknoloji dersinde “Işık ve Ses” ünitesini işlerken kavram karikatürlerinin kullanımının öğrencilerde öğrenme becerileri algılarına olumlu etkileri olduğunu bulmuştur. Görüldüğü gibi literatürden örnek verilen bu çalışma ile araştırmanın sonuçları uyumludur. Benzer sonuçlara literatürdeki bazı çalışmalarda da rastlanmıştır (Rule and Auge, 2005; Özalp, 2006; Çiğdemtekin, 2007; Balım, İnel ve Evrekli, 2008; Yıldız, 2008). Kavram karikatürü uygulamalarında gözlemler, öğrencilerin üslü ve köklü ifadelerde anlamadıkları, zorlandıkları noktaları büyük bir oranda çözüme kavuşturduklarını ortaya çıkarmıştır. Böylece kavram karikatürü uygulaması konunun öğrenilmesi bakımından başarılı sonuç elde edilmesinde etkili bir araç olmuştur.

Bu çalışmada kavram karikatürleri uygulamasının derse olan motivasyonu olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Çalışmada karikatür uygulaması öncesinde öğrencilerde gözlenen matematik dersine karşı ilgi, karikatür uygulaması sonrasında artmıştır. Ayrıca bu çalışmada öğrencilerde matematik kaygısının azaldığı araştırmacı tarafından gözlenmiştir. Bu çalışmadaki gibi sonuçlanan Dereli (2008), “Tam Sayılar Konusunun Karikatürle Öğretiminin Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi” çalışmasında da matematik dersine olan kaygının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Görüldüğü gibi bu çalışma literatürdeki çalışmaların sonuçları ile bağdaşmaktadır. Araştırmada kavram karikatürleri uygulamalarıyla öğrenciler sorumluluk alma ve karar verme sürecine katılmanın önemini de algılamışlardır. Bu yöndeki bulgulara literatürdeki bazı çalışmalarda da rastlanmıştır (Keogh ve Naylor, 1999; Naylor, Downing ve Keogh, 2001; Balım ve diğ., 2008; Ersoy ve Türkan, 2010). Duran ve diğ.’nin (2011) çalışmasında altıncı sınıf öğrencilerinde mevcut olan kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram karikatürleri ile yapılan uygulamanın geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğu görülmüştür. Çalışmada geleneksel yöntemlerle işlenen derslere göre karikatürle işlenen derslerin öğrencilerde farklılık yarattığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu farklılıklar şöyle sıralanabilir: öğrencilerin derse olan ilgisinin artması, derse olan motivasyonun sağlanması, kaygıların azalması vb. Araştırma sonuçları bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Ayrıca literatürde kavram karikatürlerinin motivasyona olan olumlu etkileri (Greenwald ve Nestler, 2004; Baysarı, 2007; Durmaz, 2007) çalışmalarında yer almıştır ve bu araştırma ile uyumluluk göstermektedir.

Bu araştırmadaki kavram karikatürü uygulamalarıyla öğrencilerin grup içinde çalışma becerisi kazanmaları, arkadaşlarıyla fikir alışverişinde bulunmaları, üslü ve köklü ifadeler konularındaki kafa karışıklığının gidermeleri, öğrencilerin tartışma ortamına

katılmalarının kolaylaştığı belirlenmiştir. Yine elde edilen bulgulara göre öğrencilerde mevcut olan kavram yanılgılarının olumlu olarak değiştiği görülmüştür. Bu bağlamda Durualp (2006), Kılınç (2006) ve Üstün'ün (2007) çalışmaları bu araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada kavram karikatürlerinin, kavram yanılgılarının altında yatan nedenleri ortaya çıkarmada, derse yönelik tutumların değişmesinde, öğrenciyi araştırma ve sorgulamaya sevk etmesinde, öğrencilerin yaşadıkları zorlukların giderilmesinde etkili bir araç olduğu görülmüştür.

5.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Kavram karikatürlerinin kullanıldığı öğrenme ortamı ile ilgili öğrenci görüşleri nelerdir?” olarak belirlenmiştir. İlgili alan yazın incelendiğinde kavram karikatürlerinin etkilerinin incelendiği çalışmaların yer aldığı görülmüştür. Bu çalışmadaki öğrenci görüşlerine göre, karikatür destekli çalışma yapıları öğrencilerin ilgilerini çekmede başarılı olmuş ve motivasyonlarını artırmıştır. İnel ve Balım'ın (2011) çalışmasında fen öğretiminde kavram karikatürleri kullanılmasının öğrencilerin motivasyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Görüldüğü gibi bu çalışma araştırma sonuçlarıyla bağdaşmaktadır. Bu sonuç Durmaz'ın (2007) çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Bu yönden çalışmanın bulguları sözü edilen çalışmanın bulguları ile uyum içindedir. Elif'in “*Matematik dersi artık daha zevkli geliyor. Önceden sıkılabiliyorduk, konular çok zordu. Olumlu etkisi olduğunu düşünüyorum. Arkadaşlarım hoca ders işlerken ya telefonla oynuyordu ya da birbirleriyle konuşuyordu. Ama karikatür onların ilgisini çekti. Dersi istekli dinliyorlardı.*” şeklindeki açıklaması bu sonucun bir göstergesi olarak verilebilir. Ayrıca diğer araştırmalara (Kılınç, 2006; Üstün, 2007) paralel olarak kavram karikatürünün matematik dersine olan bakış açısını olumlu yönde değiştirdiği görülmüştür.

Çalışmada Yunus “*Görsel olduğu için daha iyi ders işledik, daha iyi anladık. Görsellerle konuyu daha iyi kavrayabildik. Köklü ve üslü ifadelerde çarpmayı, çıkarmayı, bölmeyi, toplamayı öğrendim. Sadece toplama ve çıkarmada ilk önce zorlanmışım ama karikatürler daha yardımcı oldu.*” şeklindeki açıklamada bulunmuştur. Öğrencilerin matematik dersine olan bakış açıları olumlu yönde değişmiştir. Öğrenciler kavram karikatürleri kullanılarak ders işlemenin birçok açıdan faydalı olduğunu söylemişlerdir.

Kavram karikatürlerinin dersi anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Ekici ve diğ. tarafından 2007 yılında yapılmış olan çalışmada kavram karikatürlerinin, kavram yanlışlarını gidererek bilgileri anlamlı yapılandırmada etkili bir araç olduğu bulgusuyla araştırmanın bulguları paralellik göstermektedir.

Kavram karikatürleri ile işlenen ders öğrencilerin eleştirel düşünme ve yorumlama becerilerini geliştirmiştir. Öğrenciler diğer derslerde de kavram karikatürlerinin kullanılmasını istediklerini belirtmişlerdir. Dersin farklı işlenmesi nedeniyle, kavram karikatürlerinden hoşlandıklarını belirtmişlerdir. Kavram karikatürlerinin resimli ve renkli olmasından dolayı öğrenciler bu uygulamanın hoşlarına gittiklerini ifade etmişlerdir. Esra'nın *"Ben bu çalışma sonunda eğlendirici, güldürücü böyle komik şeyler kazandım. En önemlisi matematikten korkmama becerisini kazandım. Kitap okumayı çok severim. Matematik kitaplarından uzak dururdum. Artık sevmeye başladım."* şeklindeki açıklaması Richardson (1997) ve Valsiner'in (1991) araştırma bulguları ile bağdaşmaktadır. Richardson (1997) ve Valsiner'in (1991) çalışmalarında öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine bilişsel ve davranışsal olarak etkin katıldıklarında öğrenmelerin kolaylaştığı bulguları yer almaktadır.

Bu çalışmada uygulama sonrası öğrencilerle yapılan görüşmeler, karikatür uygulamalarının öğrencilerde matematik dersine olan kaygıları azalttığını ortaya çıkarmıştır. Murat'ın *"Bu konulardan çok korkuyordum. En azından zor buluyordum ama karikatürlerle daha akılda kalıcı olduğu için daha etkili oldu."* şeklindeki açıklaması bu görüşü desteklemektedir. Kavram karikatürü uygulaması öncesinde öğrenme güçlüğü yaşayan ve bu nedenle kaygılanan bazı öğrencilerin bu kaygılarının iyileştiği gözlenmektedir. Bu durum kavram karikatürü kullanımının olumlu etkisini yansıtmaktadır. Dereli (2008), matematik öğretiminde kavram karikatürüyle ilgili çalışma yapmıştır. Çalışmada tam sayılar konusu ele alınmıştır. *"Tam Sayılar Konusunun Karikatürle Öğretiminin Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi"* adlı çalışmada öğrencilerin matematik başarısı, öğrenilen bilgilerin kalıcılığı konusunda kavram karikatürlerinin olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Ayrıca Dereli çalışmasında kavram karikatürlerinin matematik kaygısını azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Söz konusu bu çalışma ile araştırma sonuçları bağdaşmaktadır. Benzer şekilde Türkiye'de ve yurtdışında uygulanan araştırmalarda kavram karikatürlerinin matematik dersine olan kaygıyı azalttığı sonucuna varılmıştır (Keogh, Naylor ve Wilson, 1998; Greenwald ve Nestler, 2004; Rule ve Auge, 2005). Araştırma sonuçları bu çalışmalarla aynı sonucu göstermiştir.

Ayrıca bu çalışmada, öğrencilere göre kavram karikatürleri öğrenmeyi ve anlamayı kolaylaştırmıştır. Üslü ve köklü ifadeler konuları kavram karikatürleri yardımıyla daha iyi anlaşılmıştır. Bu sonuç literatürdeki bazı çalışmaların sonuçlarıyla uyumaktadır (Keogh, Naylor ve Wilson, 1998; Stephenson ve Warwick, 2002; Özalp, 2006).

Bu araştırmada kavram karikatürleri uygulaması ile öğrenciler grup halinde çalışma fırsatı bulmuş ve kendilerini iyi hissetmişlerdir. Murat'ın *“Dersi daha zevkli bir şekilde işlemiş olduk. Hiç unutmayacağım. Önceki dersler aklımda kalmamıştı. Karikatürlerle işlediğimiz dersler aklımda kaldı. Kendimi mutlu hissediyorum.”* ve Fatma'nın *“Grup arkadaşlarımda bende öğrendiğimizi düşünüyoruz. Bu konular daha eğlenceli geliyor artık.”* şeklindeki açıklamaları bu durumun bir göstergesi olarak verilebilir. Bentley ve Watts (1989) çalışmasında öğrencilerin sosyal çevre ile iletişim halinde olduklarında daha aktif olduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca grup içinde bulduklarında öğrendiklerini arkadaşlarına iletebildiklerini, birlikte karar verip problem çözebilecekleri belirtilmiş ve kendi düşüncelerini oluşturan öğrenenler olarak kendilerini daha mutlu ve iyi hissedecekleri ifade edilmiştir. Bu nedenle, bu araştırma ile sözü edilen çalışma sonuçları bakımından paralellik göstermektedir.

ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonucunda matematik öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrenciler üzerinde farklı açılardan (motivasyonun sağlanması, matematik dersinin sevilmesi, ön yargıların kalkması, grup içi çalışma olması, tartışma ortamının oluşması vb.) olumlu etkilerinin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Kavram karikatürü kullanımının yukarıda bahsedilen sonuçlarından yola çıkarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Öğrencileri aktif kılan, tartışma ve sorgulamayı kolaylaştıran kavram karikatürlerine matematik ve geometri ders kitaplarında daha fazla yer verilebilir. Karikatürlerin bilgisayar programları yardımıyla hareketli hale getirilmesiyle, görsel ve işitsel etkililiği artırılarak farklı e-materyaller tasarlanabilir.
- Kavram karikatürlerinin öğrencilerin derse yönelik tutumları üzerindeki etkilerini belirlemek için daha uzun soluklu araştırmalar yapılabilir. Ayrıca kavram karikatürlerinin öğrencilerdeki kavramsal değişimin kalıcılığına etkisi başka araştırmalarda inceleme konusu yapılabilir.
- Çalışmada öğrenciler diğer derslerde de kavram karikatürlerinin kullanılmasını istediklerini belirtmişlerdir. Kavram karikatürleri matematik dersinin yanı sıra diğer derslerde de kullanılabilir.
- Matematik dersinin farklı konularındaki kavram yanlışlarını giderebilmek için kavram karikatürlerinin kullanıldığı daha fazla araştırma yapılabilir.
- Öğrencilere herhangi bir konuda yaşadıkları zorlukları anlatan karikatürler çizdirilebilir. Kavram karikatürüyle ders işlemenin yanı sıra öğrencilere de kavram karikatürleri çizdirilerek öğrencilerin motivasyonları artırılabilir.
- Kavram karikatürü uygulanırken sınıftaki tüm öğrencilerin katılımı sağlanmalı, özellikle gruplarda geride kalan öğrencilere ek destek verilmelidir. Derste aktif olmayan öğrencilerinde uygulamaya katılması için çaba gösterilmelidir.
- Araştırmada sadece üslü ve köklü ifadeler konuları ve 9. sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Değişik öğrenci gruplarıyla, farklı derslerde ve farklı öğrenme alanı kazanımları üzerinde de bu tür araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, A. (2011). *Karikatürlerle Dil Bilgisi Öğretimi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aksoy, N. (2003). Eylem Araştırması: Eğitimsel Uygulamaları İyileştirme ve Değiştirmede Kullanılacak Bir Yöntem, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, 36, 474-489.
- Alev, N. (2007). [Nitel Veri Analizi] Yayınlanmamış Ders Notları.
- Alkan, R. (2009). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi rasyonel sayılar konusu ile ilgili hata ve kavram yanlışlarının analizi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Apaydın, Z., Akman, E., Taş, E. ve Peker, E.A. (2014). Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Işık Kavramına Yönelik Bilgi Yapılarının Kavramsal Değişim Teorilerine Göre Analizi. *Journal of Computer and Education Research*, 2(3), 44-68.
- Aşık, S. (2010). *Tanımsızlık ve Belirsizlik Kavramlarının Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Görüş ve Performansları Bağlamında İncelenmesi: 0, 1 ve ∞ ile Yapılan İşlemler*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.
- Atasoy, Ş. ve Zoroğlu, M. A. (2014). Development and Application of Concept Cartoons for Preschool Children. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (NEFMED)*, 8(2), 38-70.
- Avcu, R. (2010). Eight graders' capabilities in exponents: making mental comparisons. *Practice and Theory in System of Education*, 5(1), 39-48.
- Aydın, A. (2011). Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğrencilerinin Bazı Matematik Kavramlarına Yönelik Hatalarının ve Bilgi Eksiklerinin Tespit Edilmesi. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, Cilt 13(1) 78-87.

- Aydın, M. ve Köğce, D. (2008). *Öğretmen Adaylarının “Denklem Ve Fonksiyon” Kavramlarına İlişkin Alguları*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt:V, Sayı:I, 46-58.
- Ayyıldız, N. Ve Altun, S. (2013). Matematik Dersine İlişkin Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Öğrenme Günlüklerinin Etkisinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education) 28(2), 71-86.
- Baki, A. (1998). *Cebirle ilgili İşlem Yanılgılarının Değerlendirilmesi*. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 23-25 Eylül, 46-49.
- Baki, A. (1999). *Cebirle İlgili İşlem Yanılgılarının Değerlendirilmesi*. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. Harf Eğitim Yayınları, Ankara, 532 s.
- Baki, A. ve Aydın-Güç, F. (2014). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin devirli ondalık gösterimle ilgili kavram yanılgıları. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 176-206. DOI: <http://dx.doi.org/10.16949/turcomat.64904>.
- Baki, A. ve Bell, A. (1997). *Ortaöğretim matematik öğretimi*. Ankara: YÖK Öğretmen Eğitimi Yayınları.
- Baki, A. ve Kutluca, T. (2009). Dokuzuncu Sınıf Matematik Öğretim Programında Zorluk Çekilen Konuların Belirlenmesi. *e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 1C0046, 4, (2), 604-619.
- Balım, G., A., İnel, D., ve Evrekli, E. (2008). *Fen Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algularına Etkisi*. İlköğretim Online, 7(1), 188-202.
- Ball, D., L. (1988). *Knowledge and Reasoning in Mathematical Pedagogy: Examining What Prospective Teachers Bring to Teacher Education*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Michigan State University, Michigan.
- Barak, B. (2007). *Limit Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

- Baykul, Y. (2003). *İlköğretimde Matematik Öğretimi 1-5 Sınıf İçin*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bayram, G. (2013). *8. Sınıf Öğrencilerinin Üslü İfadelere İlişkin Sayı Duyuları Ve Başarıları Arasındaki İlişki*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale.
- Baysarı, E., (2007). *İlköğretim düzeyinde 5. sınıftan ve teknoloji dersi canlılar ve hayat ünitesi öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrenci başarısına, fen tutumuna ve kavram yanlışlarının giderilmesine olan etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bentley, D., & Watts, M. (1989). *Learning and teaching in school science (Practical Alternatives)*. Milton Keynes, Philadelphia, USA: Open University Press.
- Boyacıoğlu, H., Köroğlu, H., Alkan, H., (2003). *İlköğretim İlk Beş Sınıfında Matematik Etkinlikleri*, www.matder.org.tr/index, Alınma Tarihi: 29 Ocak 2010.
- Bütün, M. (2005). *İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Alan Eğitimi Bilgilerinin Nitelikleri Üzerine Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bütün, M. (2012). *İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Uygulanan Zenginleştirilmiş Program Sürecinde Matematiği Öğretme Bilgilerinin Gelişimi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bütün, M. ve Demir, S. (2014). *Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri*. Kitap Tercümesi. Yayın Yeri: Pegem Yayınevi, Ankara.
- Bütün, M., Nasuhoğlu, S., Rahim, B. (2015). *Trigonometri Öğretiminde Karşılaşılan Bazı Kavram Yanlışları ve Bunlara Getirilen Çözüm Önerileri*. 2. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu.
- Cangelosi, J. S. (2003). *Teaching Mathematics in Secondary and Middle School: An Interactive Approach* (3.Baskı). New Jersey: Pearson Education Schools.

- Cengiz, Ö. M. (2006). *Reel Sayıların Öğretiminde Bir Kısım Ortaöğretim Öğrencilerinin Yanılgıları ve Yanlışları Üzerine Bir Çalışma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Cengizhan, S. (2011). *Modüler eğitim tasarımıyla entegre edilmiş kavram karikatürleri hakkında öğretmen adaylarının görüşleri*. Eğitim ve Bilim, 36 (160): 93-104.
- Ceylan, Ö. (2015). *Fen Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Ve Bilişsel Yapılarına Etkisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Chin, C. and Teou, L. (2009). *Using concept cartoons in formative assessment: Scaffolding students' argumentation*. International Journal of Science Education, 31 (10): 1307-1332.
- Cohen, L. and Manion, L. (1990). *Research Methods in Education*. 3rd .. edn. London: Routledge.
- Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2007). *Research methods in education (6th ed.)*, New York: Rautledge
- Crider, M. R. (1998). *The effects of using "splitting" multiplicative structures on students' understanding of integer exponents*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Texas A & M Üniversitesi.
- Çavuş Erdem, Z. (2013). *Öğrencilerin Denklem Konusundaki Hata ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Bu Hata ve Yanılgıların Nedenleri ve Giderilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Çelik, A. ve Özdemir, M., F. (2011). Ortaöğretimde Kompleks Sayılarla İlgili Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29.
- Çelik, S. (2016). *Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğasına Yönelik Anlayışlarının Geliştirilmesinde Kavram Karikatürlerinin Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Çepni, S. (2007). Araştırma ve proje çalışmalarına giriş. Celepler Matbacılık, Trabzon.

- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (Dördüncü baskı), Trabzon.
- Çepni, S. (2011). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*, Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çiğdemtekin, B. (2007). *Fizik Eğitiminde Elektrostatik Konusu İle İlgili Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Yönelik Bir Karikatüristik Yaklaşım*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dabell, J. (2008). *Using concept cartoons. Mathematics Teaching Incorporating Micromath*. (209): 34-37.
- Demir, Y. (2008). *Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde Kavram Karikatürlerinin Kullanılması*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.10.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Demircioğlu, H. (2004). Bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanmasının etkililiğinin araştırılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 21-34.
- Demircioğlu, H. (2008). *Matematik Öğretmen Adaylarının Üstbilişsel Davranışlarının Gelişimine Yönelik Tasarlanan Eğitim Durumlarının Etkililiği*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Dereli, M. (2008). *Tam Sayılar Konusunun Karikatürle Öğretiminin Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dewey, J. (1933). *How we think. A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*, Boston: D. C. Heath.
- Duatepe, Paksu, A. (2008). *Üslü ve Köklü Sayılar Konularındaki Öğrenme Güçlükleri*. (Ed.) Özmantar, M.F., Bingölbali, E. ve Akkoç, H. *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*, Pegem A Yayıncılık, Ankara., 2008.
- Duran, M., Ballıel, B. ve Bilgili S. (2011). *Fen Öğretiminde 6. Sınıf Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarını Gidermede Kavram Karikatürlerinin Etkisi*. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications 27-29 April, Antalya.

- Durmaz, B. (2007). *Yapılandırıcı Fen Öğretiminde Kavram Karikatürlerinin Öğrencilerin Başarısı ve Duyuşsal Özelliklerine Etkisi (Muğla İli Merkez İlçe Örneği)*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Durualp, E. (2006). *İlköğretimde Sosyal Bilgiler Öğretiminde Karikatür Kullanımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Efe, H. (2007). *Karikatür ve Edebiyat*. İzmir: İlya Yayınları.
- Ekici, F., Ekici, E. and Aydın, F. (2007). *Utility of Concept Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconceptions Related to Photosynthesis*. International Journal of Environmental & Science Education. 2 (4). 111- 124.
- Ekiz, D. (2013). *Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş: Nitel nicel ve eleştirel kuram metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Erdağ, S. (2011). *İlköğretim 5. Sınıf Matematik Dersinde Kavram Karikatürleri İle Destekli Matematik Öğretiminin, Ondalık Kesirler Konusundaki Akademik Başarıya Ve Kalıcılığa Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ernest, P. (1989). The Knowledge Beliefs and Attitudes of The Mathematics Teacher A Model, *Journal Of Education For Teaching*, Vol:15, No:1.
- Ersoy, A. F. ve Türkan, B. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin çizdikleri karikatürlere yansıtıkları sosyal ve çevresel sorunların incelenmesi*. Education and Science, 35 (136), 96- 109.
- Gökkurt Özdemir, B. G., Bayraktar, R. ve Yılmaz, M. (2017). Sınıf ve ortaokul matematik öğretmenlerinin kavram yanlışlarına ilişkin açıklamaları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 284-305. Doi: 10.24315/trkefd.284301.
- Göksu, F. C. & Köksal, N. (2016). *Doğrular, açılar ve çokgenler konularının kavram karikatür destekli yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi*. Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi- Journal of Qualitative Research in

Education, 4(3), 68-91 [Online] www.enadonline.com, DOI :10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s4m.

Gölgeli, D. ve Saraçoğlu s. (2011). Fen ve Teknoloji Dersi “Işık ve Ses” Ünitesinin Öğretiminde Kavram Karikatürlerinin Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 31 /2, 113-124.

Graber, A., & Johnson, M. (Eds.) (1991). *Insights into secondary school students' understanding of mathematics*. College Park, University of Maryland, MD.

Greenwald, S., J. & Nestler, A. (2004). Engaging students with significant mathematical content from the simpsons, *Primus*, 14- v1414(1) , 29-39.

Güler, H., K., Çakmak, D. ve Kavak, N. (2013). Karikatürlerle Yapılan Matematik Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Tutumlarına Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 26(1). 149-160.

Gültekin, S. T. (2013). *Kavram Karikatürleri İle Zenginleştirilmiş Matematik Öğrenme Ortamlarından Yansımalar*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Güntekin, H. (2010). *Trigonometri Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Öğrenme Güçlüklerinin ve Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.

Holy, P. Action Research, The Missing Link in the Creation of Schools as Centers of Inquiry, 1991. (in Staff Development for Education in the '90s, Teachers College, Columbia university, New York and London, second edition, 1991, Edited by Lieberman, A. & Miller, L.).

İnce, S. (2008). *İlköğretim 5. Sınıfta Rasyonel Sayılar Konusundaki Yanılgılar ve Bu Yanılgıların Ortadan Kaldırılması İçin Öneriler*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.

İnel, D., Balım, A.G. (2011). Kavram Karikatürleri Destekli Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin İlköğretim 6.Sınıf Öğrencilerinin Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarına Etkisi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4/1, 169-188.

- İymen, E. (2012). *8. sınıf öğrencilerinin üslû ifadeler ile ilgili sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kabapınar, F. (2005). Yapılandırmacı Öğrenme Sürecine Katkıları Açısından Fen Derslerinde Kullanılabilecek Bir Öğretim Yöntemi Olarak Kavram Karikatürleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*,5(1),101-146
- Kabapınar, F. (2009). Kavram Karikatürlerinin Etkililiğini Nasıl Artırabiliriz? Uygulamayı Etkin Kılma Noktasında Araştırmadan Yararlanma. *Eğitim ve Bilim* 34 (154).
- Kandemir, M. (2004). Matematikte Kavram Kalıcılığı. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi* 12 (2), 397- 416.
- Kaplan, A., Altaylı, D. ve Öztürk, M. (2014). Kareköklü Sayılarda Karşılaşılan kavram Yanılgılarının Kavram Karikatürü Kullanılarak Giderilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 85 – 102.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Kar, İ., 2004, Toplumsal Hafıza ve Karikatür, 9. Uluslararası Ankara Karikatür Vakfı Etkinlikleri, <http://www.nd-karikaturvakfi.org.tr/katalog2003.htm>, Veri Bilgi: 22 Nisan 2008.
- Keogh B. & Naylor S. (1997). Making sense of constructivism in the classroom. *Science Teacher Education*, 20, 12-14.
- Keogh, B., Naylor, S. ve Wilson, C. (1998). Concept Cartoons: A new perspektive on physics education. *Physics Education*, 33 (4): 219-224.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation. *International Journal of Science Education*, 21, 431- 446.
- Keogh, B. & Naylor, S. (2004). *Concept Cartoons in Science Education*. Millgate House Publishing, 206, Cheshire.
- Kılınç, K. (2006). *Tarih öğretiminde karikatür materyali kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Küçük, M. (2002). *Hizmet-İçi Aksiyon Araştırması Kurs Programının Fen Bilgisi Öğretmenlerine Uygulanması: Bir Örnek Olay Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Loftus, J. (1999). An action research enquiry into the marketing of an established first school in its transition to full primary status, Submitted in partial fulfillment of requirements. *Submitted to the Kingston University for the degree of PhD*.
- McNiff, J. (2001). *Action Research and the Professional Learning of Teachers*. A paper presented at the Qattan Foundation, Palestine, January.
- MEB, (2005). İlköğretim 1-5. Sınıf Programları Tanıtım El Kitabı. Ankara: MEB, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- MEB (2009). İlköğretim Matematik Dersi 1-5. Sınıflar Öğretim Programı. Ankara: MEB Basımevi.
- Miles, M. B. ve Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2. baskı). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Nakiboğlu, C. (1999). Kimya Öğretmeni Eğitiminde Bütünleştirici (Constructivist) Öğrenme Modelinin Öğrenci Başarısına Etkisi. *DEÜ Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı*, 11, 271-280.
- Naylor S. and Keogh B. with Goldsworthy, A. (2004). *Active assessment: thinking, learning and assessment in science*. David Fulton/Millgate House.
- Naylor, S. & McMurdo, A. (1990). *Supporting Science In Schools*. Timperley: Breakthrough Educational Publications.
- Naylor, S., Downing, B., & Keogh B. (2001, August). *An empirical study of argumentation in primary science, using concept cartoons as the stimulus*. Third International Conference of the European Science Education Research Association, Thessaloniki, Greece.
- O'Brien, R. (2003). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. (On-line). <http://www.wb.nevrobrien/papers/artinal.hum>.

- Orhun, N. (1998). *Cebir Öğretiminde Aritmetik İşlemlerdeki Üslü ve Köklü Çokluklardaki Yanılguların Tespiti*. Atatürk Üniversitesi 40. Yıldönümü Matematik Sempozyumu, 20-22 Mayıs. Erzurum.
- Ormrod, J. E. (2006). *Educational psychology: Developing learners*. (5th ed), Pearson Prentice Hall.
- Örs, F. (2007). Eğitim ve karikatür. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 7 (84), 26-28
- Özalp, I. (2006). *Karikatür tekniğinin fen ve çevre eğitiminde kullanılabilirliği üzerine bir araştırma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Özkan, A., & Özkan, E. M. (2012). Misconceptions and learning difficulties in radical numbers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46 (2012) 462 – 467.
- Richardson, V. (1997). *Constructivist teacher education: building new understanding*. Falmer Press, London, UK.
- Roach, D., Gibson, D. ve Weber, K. (2004). Why is square root of 25 not plus or minus 5. *Mathematics Teacher*, 97(1), 12-13.
- Rule, A., C., & Auge, J. (2005). Using Humorous Cartoons to Teach Mineral and Rock Concepts in Sixth Grade Science Class, *Journal of Geoscience Education*, 53(5), 548-558.
- Rule, C., Sallis, D., Ve Donaldson, J. (2008). Humorous Cartoons Made By Preservice Teachers For Teaching Science Concepts To Elementary Students: Process And Product University Of Northern Iowa. www.eric.ed.gov (23 Ocak 2009).
- Saka, A., Akdeniz, A. R., Bayrak, R., ve Asilsoy, Ö. (2006). *Canlılarda enerji dönüşümü” ünitesinde karşılaşılan yanılguların giderilmesinde kavram karikatürlerinin etkisi*. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara: 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.
- Say, F. S. (2011). “Kavram karikatürlerinin 7. sınıf öğrencilerinin “maddenin yapısı ve özellikleri” konusunu öğrenmelerine etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

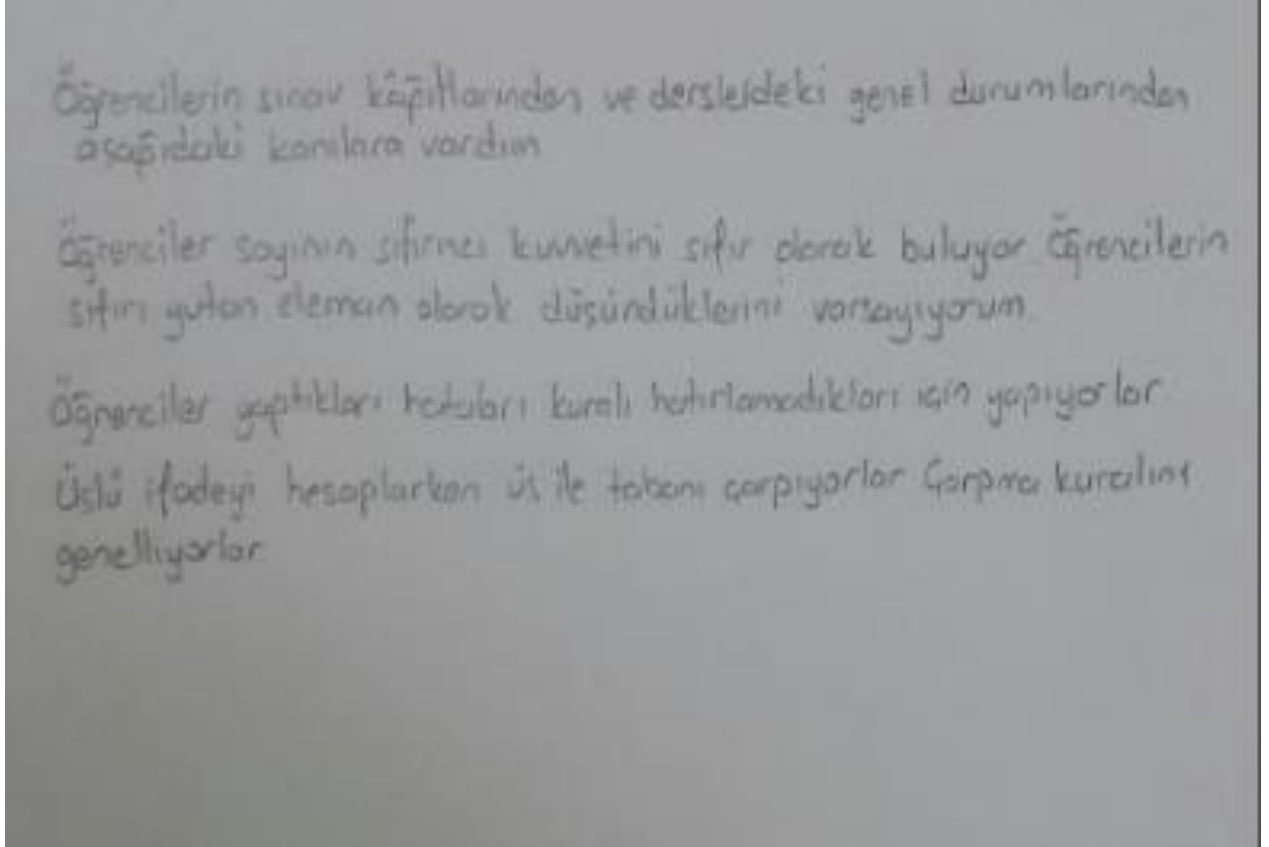
- Schechter, E. (2006). The Must Common Errors Indergraduate Mathematics, <http://www.math.vanderbilt.edu/schestex/commerz>.
- Schön, D. (1983). *Educating the Reflective Practitioner*, Jossey Bass, San Francisco, 376s.
- Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. London: Temple Smith.
- Seven, A. (2013). *Görsel Sanatlar Dersi Öğretiminde Kavram Karikatür Materyali Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Sever, S. (2007). Türkçe Öğretiminde Karikatürün Kullanılması-I. *İlköğretmen Eğitimci Dergisi*, 11, 18–23.
- Sexton, M., Gervasoni, A. and Brandenburg, R. (2009). *Using a concept cartoon to gain insight into children's calculation strategies*. Australian Primary Mathematics Classroom. 14 (4), 24-28.
- Sirotic, N. (1998). *Prospective secondary mathematics teachers' understanding of irrationality*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Simon Fraser Üniversitesi.
- Stephenson, P., & Warwick, P. (2002). Using concept cartoons to support progression in students' understanding of light. *Physics Education*, 37 (2), 135-141.
- Şaşmaz, F. (2009). Öğretmen Adaylarının Kavram Karikatürü Oluşturma Becerilerinin Dereceli Puanlama Anahtarıyla Değerlendirilmesi. *EducationSciences*, Cilt 4, Sayı 3, www.newwsa.com.
- Şenay, Ş. C. (2002). *Üslü ve Köklü Sayıların Öğretiminde Öğrencilerin Yaptıkları Hatalar ve Yanılgıları Üzerine Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Temel, H. ve Eroğlu, A. O. (2014). İlköğretim 8.Sınıf Öğrencilerinin Sayı Kavramlarını Anlamlandırmaları Üzerine Bir Çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, Cilt:22 No:3, 1263-1278.
- Thompson, A. G. (1992). *Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research*, Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, D. A. Grouws, New York, MacMillan, 127-147.

- Turgut, M. F., Baker, D., Cunningham, R.& Piburn, M. (1997). *İlköğretim fen öğretimi*. YÖK/DB Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları, Ankara.
- Uğurel, I, Kesgin, Ş. ve Karahan, Ö. (2013). Matematik derslerinde yararlanılabilecek alternatif bir öğrenme ve değerlendirme aracı: Kavram karikatürü. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 313-337.
- Uğurel, I., ve Morali, S. (2006). Karikatürler Ve Matematik Öğretiminde Kullanımı, *Milli Eğitim Üç Aylık Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 170, 32-47.
- Ülgen, G. (2004). Kavram geliştirme kuramlar ve uygulamalar. (4. Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Üner, İ. (2009). *İlköğretim okullarında karikatürle öğrenmenin öğrencilerin başarı ve tutum düzeylerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Üstün, Ö. (2007). *Ortaöğretim üçüncü sınıfta Türk dili ve edebiyatı dersinde karikatür kullanımının yazılı anlatım öğretimine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Valsiner, J. (1991). Construction of the mental: from the ‘cognitive revolution’ to the study of development. *Theory Psychology*, 1(2), 477-494.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yazır, F., Akkoç, H., (2017). Meslek Lisesi 9. Sınıf Öğrencilerinin Ortaöğretim Matematik Öğretim Programındaki Cebir Konularına Ait Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Yeterlilikleri, *Gaziantep University Journal of Educational Sciences*, 1 (1), 34-54.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, A. ve Şimşek H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (8. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, İ. (2008). *Kavram karikatürlerinin kavram yanlışlarının tespitinde ve giderilmesinde kullanılması: Düzgün dairesel hareket*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, Z. (2007). *İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Ondalık Sayılar Konusundaki Kavram Yanılgıları*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Yoong, W. K., 2001 “*Mathematics Cartoons and Mathematics Attitudes*” *Studies in Education*, Volume: 6, pp. 69–80.
- Zembat, İ. Ö. (2008). *Kavram yanlışsı nedir?*. M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.ler) *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri içinde* (ss. 1-8). Ankara: Pegem Akademi Yayınevi.

EKLER

EK 1. Ayşe öğretmenin görüşleri



Bazı öğrenciler sayıların sıfırıncı kuvvetinin sıfır olduğunu düşünmektedir.

$$\text{ÖR : } 6^0 = 0$$

$2^2 = 4$ olduğundan öğrenci $2 \times 2 = 4$ olarak düşünmekte ve $2^3 = 6$ yazmaktadır.

$$\sqrt[2]{3} \cdot \sqrt[3]{4} = \sqrt[6]{12}$$

Köklü sayıları çarpabilmek için kök derecelerinin aynı olması gerektiği öğrenci fark edememiş, hem kök derecelerini hem de kök içindeki sayı çarpmıştır.

Bazı öğrenciler sayıların sıfırıncı kuvvetinin "sıfır" olduğunu düşünmektedir.

$$\text{ÖRNEĞİN ; } 5^0 = 0$$

EK 2. Mehmet öğretmenin görüşleri

Öğrencilerim soru çözerken hatalar yapmaktadır. Bunların nedeni olarak işlediğimiz konuları tekrar etmediler. Anlattığım dersleri dikkatli dinlememektedirler.

Öğrenciler ben ders anlatırken bazen başka şeylerle meşgul oluyorlar. Mesela kök içinde toplama işlemini ayrı köklerde yazıyorlar. Dikkatli olmadıkları için böyle hatalar yapıyorlar.

Kuralları tam olarak öğrenemediklerini düşünmekteyim. Üslü ifadelerde bölmeği yanlış yapmaktadırlar. Bol örnek gözdüm. Fakat kuralları anlamadılar.

Öğrenciler,

$\sqrt{2} + \sqrt{3}$ ifadesinin

$\sqrt{2+3}$ ifadesine eşit olduğunu düşünmektedir.

$$\sqrt{2^3} = 2^3$$

Bazı öğrenciler, karekökün derecesi olan 2'yi yazılı bir şekilde görmedikleri için üslü ifadenin kök içindeki üslü sayıya eşit olduğunu düşünüyor.

Öğrencilerden birkaçı üslü ifadelerde bölme işlemi yaparken üsler arasında çıkarma işlemiyle birlikte tabanlar arasında da çıkarma işlemi yapıyor.

$$\frac{2^4}{2^2} = (2-2)^{4-2} = 0^2 = 0$$

EK 3. Aslı öğretmenin görüşleri

Öğrencilerimizden birkaçı

$${}^m\sqrt{a^n} = a^{\frac{n}{m}} \text{ eşitliğini } {}^m\sqrt{a^n} = a^{n \cdot \frac{1}{m}} \text{ olarak}$$

düşünmektedir. Örneğin: ${}^3\sqrt{3^2} = 3^{2 \cdot \frac{1}{3}} = 3^{\frac{2}{3}}$ olarak

düşünmektedir.

Öğrencilerimizden bir kaç

$\sqrt{a^2+b^2}$ ifadesini $(a+b)$ ifadesine eşit düşünmektedir.

Örneğin:

$$\sqrt{3^2+4^2} = 3+4 \text{ olarak yapmaktadır.}$$

Birçok öğrencimiz köklü sayıların büyüklüğüne karar verememektedir.

Örneğin: $\sqrt{7}$ sayısının yaklaşık olarak hangi sayıya eşit olabileceğini anlamamakta ve hangi sayılar arasında yer aldığını bulamamaktadır.

Köklü sayıda kök içindeki ifade üslü olarak verildiği bazı öğrencilerimiz ${}^4\sqrt{x^9} = x^{9-4} = x^5$ örneğindeki gibi kökün derecesinden kök içindeki sayının üssünü çıkarılmışlardır.

EK 4. Salih öğretmenin görüşleri

Öğrencilerimle yediince ders çalınadıklarını düşünüyorum. Sonuç olarak da bilgileri karıştırdıklarını, kendilerine yorumladıklarını farkındayım.

Öğrencilerim kuralları tam olarak bilmemektedir. Bazı kurullarda hatalı genelleme yapmaktadırlar. Öğrencilerin kuralları yanlış anladıklarını düşünüyorum. Örneğin tabanları aynı olan üstü ifadelerde toplama, çıkarma yaparken çarpımında ve bölmede kurulları uyguluyorlar. Yani hatalı bir şekilde kurulları genelliyorlar. Üstü ifadelerde bölme işlemi yaparken tabanları aynı olduğunda üstleri çıkarması gerekirken beraberinde tabanları da çıkarıyorlar. Kurulları yanlış anlıyorlar.

$\sqrt{x^2} = x$ eşitliğinin yalnızca pozitif sayılar için doğru olduğunu unutan öğrenciler $\sqrt{(-5)^2} = -5$ olarak düşünür.

$$\begin{aligned} 5^3 - 5^2 + 5^1 &= 5^{3-2+1} \\ &= 5^2 \\ &= 25 \end{aligned}$$

Öğrenciler tabanları aynı olan üslü ifadelerde çarpma ve toplama işlemi yaparken, üslü ifadelerde bölme ve çıkarma kuralını uyguluyor.

Öğrencilerimden bazıları bölme işlemi yaparken çarpma arasında çıkarma işlemiyle birlikte tabanlar arasında çıkarma işlemi yapıyor.

$$\frac{2^4}{2^2} = (2-2)^{4-2} = 0^2 = 0$$

EK 5. Leyla öğretmenin görüşleri

Öğrencilerim maalesef kuralları unutuyorlar. 0 yüzden yanlış yapıyorlar.

Ayrıca ders işledikten sonra tekrar yapmıyorlar. Tekrar etseler akıllarında kalacak.

Öğrenciler negatif ve pozitif sayıların ayırmasını yapamamışlardır. Bu nedenle kök içindeki iki sayının çarpımını yanlış yazmaktadırlar.

Bazı öğrenciler belirttiğim gibi negatif kökü unutuyorlar. Üslü ifadelerde kök bulurken bir tane buluyorlar. Sadece pozitif dışınıyorlar.

Bazı öğrenciler, toplama ve çıkarma işlemlerinin kök kumunun aynı olmasından dolayı, çarpma ve bölme işlemlerini de o şekilde düşünmektedir.

$$4\sqrt{2} \cdot 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$$

$$\frac{9\sqrt{2}}{3\sqrt{2}} = 3\sqrt{2}$$

Öğrencilerin bir kısmı da denklem çözerken negatif kökü unutmaktadır.

Örneğin; $x^2 = 9$ denkleminin köklerini bulurken $x = +3$ demektedir.

Öğrencilerden bazıları, $\sqrt{x \cdot y} = \sqrt{x} \cdot \sqrt{y}$ eşitliğinin sadece x ve y pozitif gerçel sayı olduğu zaman geçerli olduğunu fark edememektedir.

$\sqrt{-9} \cdot \sqrt{-4} = \sqrt{(-9) \cdot (-4)}$ eşit olduğunu düşünmektedir.

EK 6. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kaan

Eren

Elif

Ahmet

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Kaan: Üslü sayılarda üst sayı ile çarpılır. Yani $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$, $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24 olur	Katılmıyorum	
Eren: Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır – başa yazılır. Buradan; $4 \times 4 + (-2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$	Katılmıyorum	
Elif: Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $(4 \times 4) + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$ olması gerekir.	Katılıyorum	Çünkü Elif'in gözüm yolu dâğıru
Ahmet: Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $(4 \times 4) + 2^{-8} = 16 - 1/256$ olur.	Katılmıyorum	

EK 7. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizece hangisi doğru söylüyor?

Mehmet Esra

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILIYORUZ / KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Mehmet:</p> <p>Sıfır yutan eleman demisti öğretmen, $5^0 = 0$ olur. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur. $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani sonuç: $0+4+8 = 12$ olur.</p>	<p>Katılmıyorum</p>	<p>Çünkü eşitlikte 0s olmayınca işlemlerde sıfır yutan demisi olur. Örnekte hangi sayı olursa olsun 1 siler.</p>
<p>Esra:</p> <p>Bence şöyle olmalı, sayıların sıfırcı kuvvetleri 1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$ toplarsak, $1+4+16 = 21$ olur.</p>	<p>Katılıyorum.</p>	

EK 8. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Elif

Muzaffer

Fatih

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Elif: Kökün derecesini çarpım olarak içerdeki üssün yanına yazarız. 3^6 olur. Ama yanında ki üslü ifadeyi çıkaramayız.</p>	Katılmadık	$\sqrt[3]{3^2+4^2} \neq \sqrt[3]{3^2+4^2}$
<p>Muzaffer: Önce kökün içini çözerim... Üçün karesini alırım dokuz, dördün karesi on altı olur ve toplamları yirmi beş olur. Kök dışına çıkmaz. Diğer terim de beş olarak çıkar ve $\sqrt[3]{25} + 5$ olur.</p>	<p>Katılılık</p> <p>Doğru</p> $\sqrt[3]{25} = \sqrt[3]{9+16} + \sqrt[3]{15}$ $= \sqrt[3]{3^2+4^2} + \sqrt[3]{15}$ <p>seçilmesi doğrudur</p>	$\sqrt[3]{64} = \sqrt[3]{4^3} = 4$ $\sqrt[3]{27} = \sqrt[3]{3^3} = 3$ $\sqrt[3]{3^2+4^2} = \sqrt[3]{25}$ <p>aynıdır.</p> $\sqrt[3]{25} + \sqrt[3]{15}$ $\sqrt[3]{25} + 5$
<p>Fatih: Kökün derecesi üç olmaz ki, iki olması gerekmiyor muydu? Köklü ifadeyi nasıl üslü ifadeye benzetmeliyim ki çıkarma işlemi yapabileyim. Soru hatalı bence...</p>	Katılmadık	$\sqrt[3]{169} = 4$ $\sqrt[3]{125} = 5$

Tablo 10: İkinci açık uçlu soruya ait kavram karikatürü

EK 9. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Mehmet

Esra

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Mehmet: Sıfır yutan eleman demişti öğretmen, $5^0 = 0$ olur. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur. $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani sonuç: $0 + 4 + 8 = 12$ olur.	Katılmıyorum	
Esra: Bence şöyle olmalı, sayıların sıfırıncı kuvvetleri 1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$ toplarsak, $1 + 4 + 16 = 21$ olur.	Katılıyorum.	Üssü 0 ise sonuç her zaman 1'dir. $2^2 + 2^4 + 5^0 =$ $\begin{array}{ccc} \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 4 & + & 16 & + & 1 & = & 21 \end{array}$

EK 10. Grup çalışma kâğıdından bir kesit




Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Veli Can Aysun

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILIYORUZ / KATILMIYORUZ	NEDEN
Veli: Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur.	HAYIR	$3+4 = 7$ dur. $\sqrt{3^2+4^2}$ $\sqrt{9+16} = \sqrt{25}$
Can: Hayır, kökün içinde ki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur.	HAYIR	$\sqrt{25} = 5$ Sadelesir.
Aysun: Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap : $5 + 5 = 10$ olur.	KATILYORUZ.	$\sqrt{3^2+4^2} = 5$ $\sqrt{25} = 5$ + Neyin karesi 25

EK 11. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Kerim:</p> $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ <p>olur. Sadece kök dışındaki sayılar çarpılır.</p>		<p>$2 \cdot 2 = \sqrt{4} = 2$ o (maliyet) kök.</p>
<p>Pınar:</p> $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$ <p>$\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48 buldum.</p>	 $3 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 = 12 \cdot 2 = 24$ $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$	<p>$2 \cdot 2 = \sqrt{4} = 2$ $3 \cdot 3 = 3$ Aynı şekilde birbirini gösterir - sadeleşme olur.</p>
<p>Veli:</p> $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = \sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$ <p>Hepsi kök içinde çarpılır.</p>		<p>Sayı direkt kök içine konulmaz. $\sqrt{2} \cdot \sqrt{4} \cdot \sqrt{6} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 6}$ $= \sqrt{48}$ o (olabilir)</p>

EK 12. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kaan Eren Elif Ahmet

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ / KATILMIYORUZ	NEDEN
Kaan: Üslü sayılarda üst sayı ile çarpılır. Yani $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$, $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24 olur	Katılmıyoruz.	Üst sayı ile çarpılmaz.
Eren: Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır - başa yazılır. Buradan; $4 \times 4 + (-2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$	Katılmıyoruz.	Negatiflik farklı bir durum.
Elif: Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $(4 \times 4) + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$ olması gerekir.	Katılıyorum.	Tabanlar aynı ise üstler toplanır.
Ahmet: Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $(4 \times 4) + 2^{-8} = 16 - 1/256$ olur.	Katılmıyoruz.	Üstler his bir zaman çarpılmaz. Kafan da karıştı.

EK 13. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kerim

Pınar

Veli

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Kerim: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ olur. Sadece kök dışındaki sayılar çarpılır.	Katılmıyorum	
Pınar: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$ $\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48 buldum.	Katılıyorum	Önce kök içleri çarpılır. $4 \cdot \sqrt{2} \cdot 6 \cdot \sqrt{2}$ $\downarrow \quad \downarrow$ $\sqrt{2 \cdot 2}$ \downarrow $4 \times 2 \times 6 = 48$
Veli: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = \sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$ Hepsi kök içinde çarpılır.	Katılmıyorum	

EK 14. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Mehmet

Esra

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ / KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Mehmet:</p> <p>Sıfır yutan eleman demişti öğretmen, $5^0 = 0$ olur. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur. $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani sonuç: $0 + 4 + 8 = 12$ olur.</p>	<p>$2^2 = 2 \times 2 = 4$ $2^4 = 2 \times 4 = 8$ Hatalı</p>	<p>Evet, bence birde böyle düşünmüştük. Sıfırın kuvveti.</p>
<p>Esra:</p> <p>Bence şöyle olmalı, sayıların sıfırcı kuvvetleri 1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$ toplarsak, $1 + 4 + 16 = 21$ olur.</p>	<p>$5^0 = 1$ $2^2 = 4$ $2^4 = 16$</p>	<p>Hatırla! Sıfırın kuvveti 1 yapar.</p>

EK 15. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Şu şekilde her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kaan

Eren

Elif

Ahmet

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Kaan: Üslü sayılarda üst sayı ile çarpılır. Yani $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$, $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24 olur	yanlış	$4^2 = 4 \times 4 = 16$ $2^{-2} = \frac{1}{4} = \frac{1}{2^2}$
Eren: Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır başaya yazılır. Buradan; $2^4 + (-2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$	-) basamağın	Paydaya düşer.
Elif: Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $2^4 + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$ olması gerekir.	✓	✓
Ahmet: Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $2^4 + 2^{-8} = 16 - 1/256$ olur.	Tabanlar aynı ise üstler toplanır $2^{-8} = \text{Hatalı}$	

EK 16. Grup çalışma kâğıdından bir kesit

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Veli

Can

Aysun

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Veli: Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur.	Katılmıyorum	
Can: Hayır, kökün içinde ki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur.	Katılmıyorum	
Aysun: Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap : $5 + 5 = 10$ olur.	Katılıyorum	Aysun'un da dediği gibi ilki kök de dışarı 5 olarak çıkar. $5+5=10$

EK 17. Ön bilgi testinden kesitler

$$\begin{array}{l} 8 \\ \wedge \\ 4 \\ + 2^2 \cdot 2^2 \\ \hline 8 + 2^2 = 8 + 4 = 12 \end{array}$$

Ö5'in çözümünden bir kesit

$$\begin{array}{l} \sqrt[3]{3^2+4^2} + \sqrt{5^2} \\ \sqrt[3]{9+16} + \sqrt{5^2} \\ \sqrt[3]{25} + \sqrt{5^2} \\ 5 + 5 = 10 \end{array}$$

Ö6'nın çözümünden bir kesit

sadelesme dir.

$$\begin{array}{l} \sqrt{3+4} = 3+4=7 \\ \sqrt{5^2} = 5 \\ 7+5=12 \end{array}$$

Ö5'in çözümünden bir kesit

EK 18. Ön bilgi testinden kesitler

Derceeler
agni 3 ve 4 in
üssünü gösterir.

Ö9'un çözümünden bir kesit

Günkü köken içinde
zaten üssü 2'dir.
Diğer şekilde için
2 verir. Bu yüzden
işin deyişin destra 2
verilmiz.

Ö7'nin çözümünden bir kesit

$$\sqrt{3^2+4^2} = \sqrt{3^6+4^6}$$
$$\sqrt{5^2} = \sqrt{5^4}$$

Ö17'nin çözümünden bir kesit

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{2} + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{3} = \frac{2}{6} + \frac{3}{12} = \frac{4}{12} + \frac{3}{12} = \frac{7}{12}$$

Ö8'in çözümünden bir kesit

EK 19. Ön bilgi testinden kesitler

$$5^0 + 2^2 + 2^4$$
$$0 + 4 + 8 = 12$$

Ö4'ün çözümünden bir kesit

$$\sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2}$$
$$\sqrt{9 + 16} + \sqrt{25}$$
$$25 + 25 = 50$$

Ö12'nin cevabından bir kesit

EK 20. Öğretmenlere yönetilen görüş formu tablosu

Öğretmenin Adı ve Soyadı:

Görev Yeri:

Görev Yılı:

- Üslü ve köklü ifadeler konusunda öğrencilerinizin yaşadıkları zorluklardan/yanılgılardan örnekler verebilir misiniz?
- Öğrencilerinizin yaşadığı bu zorlukların nedenleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?

EK 21. Ders başında dağıtılan üslü ifadelerle ilgili soru kâğıdı

Adı Soyadı:

$$4^2 + (2^{-2} \times 2^4)$$

Sizece bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

EK 22. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı

Adı Soyadı:

$$\sqrt[3]{(3^2 + 4^2)} + \sqrt{5^2} =$$

Sizece bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

EK 23. Ders başında dağıtılan üslü ifadelerde toplama işlemi ile ilgili soru kâğıdı

Adı Soyadı:

$$(5^0 + 2^2 + 2^4) =$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

EK 24. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerde çarpma işlemi ile ilgili soru kâğıdı

Adı Soyadı:

$$4\sqrt{2} \cdot 6\sqrt{2} =$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

EK 25. Ders başında dağıtılan köklü ifadelerle ilgili soru kâğıdı

Adı Soyadı:

$$\sqrt{(3^2 + 4^2)} + \sqrt{5^2} =$$

Sizce bu soruyu nasıl çözeriz? Düşüncelerinizi nedenleri ile açıklayınız.

EK 26. Birinci kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

Birinci Kavram Karikatürüne Ait Grup Çalışma Yaprağı

Üslü sayılarda üst sayı ile çarpılır. Yani $4 \times 2 = 8$, $2 \times (-2) = -4$, $2 \times 4 = 8$. Yani cevap -24 olur.

Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır - başa yazılır. Buradan $4 \times 4 + (-2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = -48$



Kaan



Eren

$$4^2 + (2^{-2} \times 2^4) = ?$$

Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $(4 \times 4) + 2^{-2+4} = 16 + 4 = 20$ olması gerekir.

Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $(4 \times 4) + 2^{-8} = 16 - 1/256$ olur.



Elif



Ahmet

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kaan

Eren

Elif

Ahmet

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Kaan: Üslü sayılarda üst sayı ile çarpılır. Yani $4x2=8$, $2x(-2)=-4$, $2x4=8$. Yani cevap -24 olur		
Eren: Üst negatif ise sayı üs kadar çarpılır – başa yazılır. Buradan; $4x4 + (-2x2)x(2x2x2x2) = -48$		
Elif: Bence öyle değil tabanlar aynı ise üstler toplanır. $(4x4) + 2^{-2+4} = 16+4=20$ olması gerekir.		
Ahmet: Hayır, yanlış yapıyorsunuz. Tabanlar aynı ise üstler çarpılır. Yani $(4x4) + 2^{-8} = 16-1/256$ olur.		

EK 27. İkinci kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

İkinci Kavram Karikatürüne Ait Grup Çalışma Yaprağı

Kökün derecesini çarpım olarak içerdeki üssün yanına yazabiliriz. 3^6 olur. Ama yanında ki üslü ifadeyi çıkaramayız.

Önce kökün içini çözerim... Üçün karesini alırım dokuz dördün karesi on altı ve toplamları yirmi beş olur. Kök dışına çıkmaz. Çünkü derecesi üçtür. Diğer de beş olarak çıkar.

$$\sqrt[3]{25} + 5 \text{ olur.}$$

Kökün derecesi üç olmaz ki, olması gerekmiyor muydu? Köklü ifadeyi nasıl üslü ifadeye benzetmeliyim ki çıkarma işlemi yapabileyim. Soru hatalı bence...

Elif

Muzaffer

Fatih

$$\sqrt[3]{(3^2 + 4^2)} + \sqrt{5^2} =$$

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Elif

Muzaffer

Fatih

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Elif: Kökün derecesini çarpım olarak içerdeki üssün yanına yazarız. 3^6 olur. Ama yanında ki üslü ifadeyi çıkaramayız.		
Muzaffer: Önce kökün içini çözerim... Üçün karesini alırım dokuz, dördün karesi on altı olur ve toplamları yirmi beş olur. Kök dışına çıkmaz. Diğer terim de beş olarak çıkar ve $\sqrt[3]{25} + 5$ olur.		
Fatih: Kökün derecesi üç olmaz ki, iki olması gerekmiyor muydu? Köklü ifadeyi nasıl üslü ifadeye benzetmeliyim ki çıkarma işlemi yapabileyim. Soru hatalı bence...		

EK 28. Üçüncü kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

Üçüncü Kavram Karikatürüne Ait Çalışma Yaprağı

Sıfır yutan eleman
demişti öğretmen,
 $5^0 = 0$ olur.
 $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur.
 $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani
sonuç: $0 + 4 + 8 = 12$ olur.



Mehmet

$$(5^0 + 2^2 + 2^4) = ?$$

Bence şöyle olmalı,
sayıların sıfırcı kuvvetleri
1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$
toplarsak, $1 + 4 + 16 = 21$
olur.



Esra

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Mehmet

Esra

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
<p>Mehmet: Sıfır yutan eleman demişti öğretmen, $5^0 = 0$ olur. $2^2 = 2 \times 2 = 4$ olur. $2^4 = 2 \times 4 = 8$ olur. Yani sonuç: $0+4+8 = 12$ olur.</p>		
<p>Esra: Bence şöyle olmalı, sayıların sıfırıncı kuvvetleri 1 yapar. $2^2 = 4$ ve $2^4 = 16$ toplarsak, $1+4+16 = 21$ olur.</p>		

EK 29. Dördüncü kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

Dördüncü Kavram Karikatürüne Ait Çalışma Yaprağı

$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$
olur. Sadece kök
dışındaki sayılar çarpılır.



Kerim

$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$
 $\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48
buldum.

$4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} =$
 $\sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$
Hepsi kök içinde
çarpılır.



Pınar



Veli

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; Bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Kerim

Pınar

Veli

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Kerim: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{2}$ olur. Sadece kök dışındaki sayılar çarpılır.		
Pınar: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = 24\sqrt{4} = 48$ $\sqrt{4} = 2$ olduğundan 48 buldum.		
Veli: $4\sqrt{2} \times 6\sqrt{2} = \sqrt{4 \times 6 \times 2} = \sqrt{48}$ Hepsi kök içinde çarpılır.		

EK 30. Beşinci kavram karikatürüne ait grup çalışma kâğıdı

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrenciler:

Beşinci Kavram Karikatürüne Ait Çalışma Yaprağı

Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur.

Hayır, kökün içindeki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur.

Veli



$$\sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt{5^2} =$$



Can



Aysun

Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap: $5 + 5 = 10$ olur.

Yukarıda her bir karakterin düşüncesi verilmiştir. Grup olarak siz; bu karakterlerin her birinin düşüncelerine katılıp, katılmadığınızı nedeni ile birlikte tabloda boş bırakılan yerlere yazınız.

Sizce hangisi doğru söylüyor?

Veli

Can

Aysun

KİŞİLER	BİZ BU DÜŞÜNCEYE KATILYORUZ/ KATILMIYORUZ	NEDEN
Veli: Üsler aynı olduğu için tabanları toplarız yani $3+4 = 7$ olur. Kökün derecesi 3 ve 4 ün derecesini götürür. İkinci terim 5^2 olur. Buradan $7 + 25 = 32$ olur.		
Can: Hayır, kökün içindeki ifade kareleri toplamı olduğu için $9 + 16 = 25$ olur. İkinci kök de 25 olarak dışarı çıkar. Yani $25 + 25 = 50$ olur.		
Aysun: Arkadaşlar kökün derecesinde görünmeyen 2 var. Birinci kök dışarı 5 olarak çıkar. İkinci kök 5 olarak çıkar. Cevap : $5 + 5 = 10$ olur.		